



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

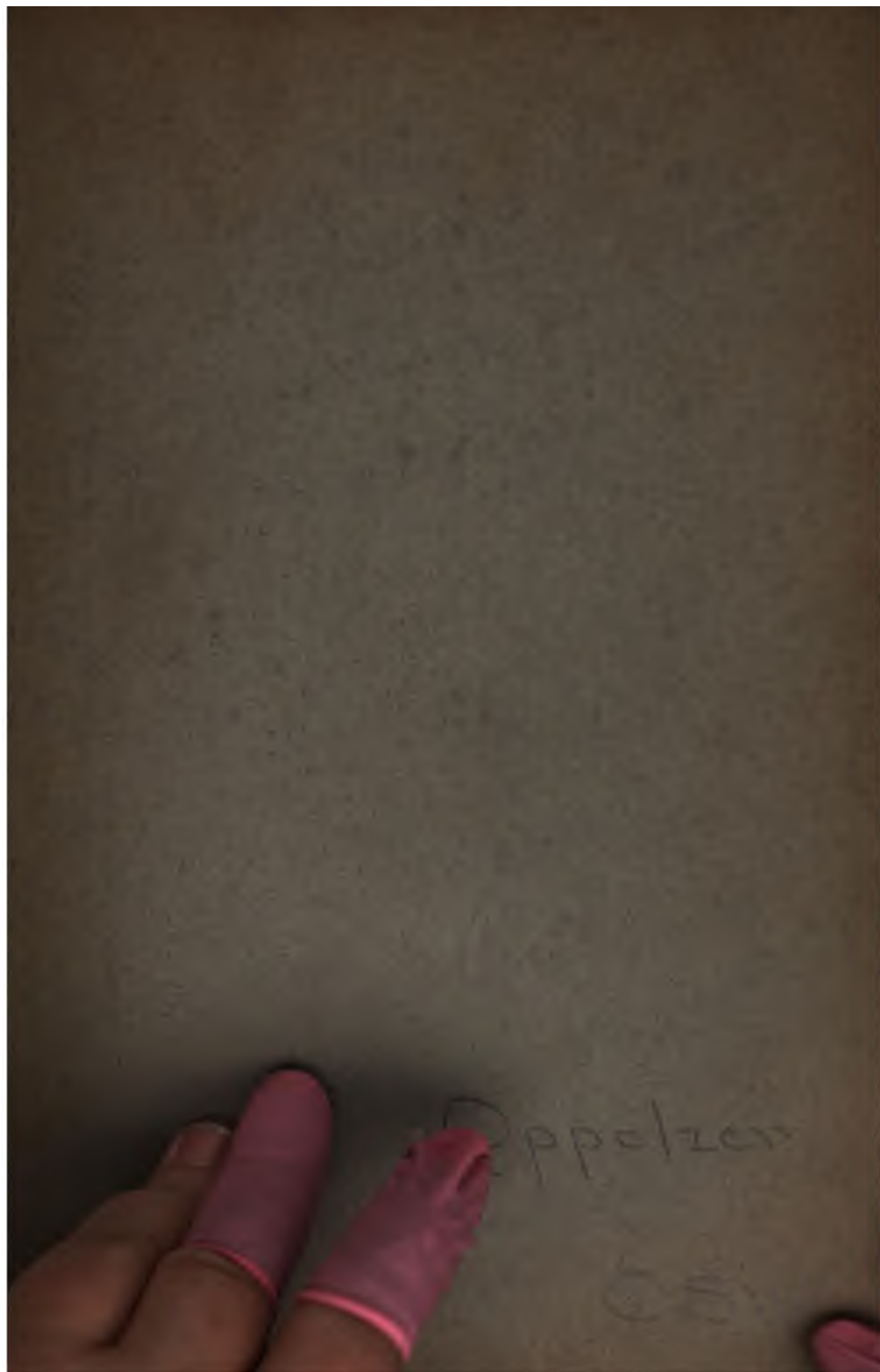
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES



3 3433 06908806 4





1211.8
-400 2081

LEHRBUCH
ZUR
BAHNBESTIMMUNG
DER
KOMETEN UND PLANETEN.

ERSTER BAND.

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

WAB
WAB
WAB

LEHRBUCH
ZUR
BAHNBESTIMMUNG
DER
KOMETEN UND PLANETEN

VON
THEODOR R. v. OPPOLZER

DR. MED. UND PROFESSOR DER ASTRONOMIE AN DER UNIVERSITÄT WIEN.

~~~~~  
ERSTER BAND  
ZWEITE UND VÖLLIG UMGEARBEITETE AUFLAGE.

LEIPZIG  
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN  
1882.



## VORREDE.

Das Bedürfnis nach einer zweiten Auflage des ersten Bandes meines Lehrbuches für Bahnbestimmungen gab mir die erwünschte Gelegenheit, die vielfachen Mängel, welche diesem Theile in seiner ersten Auflage anhaften, zu beseitigen und durch entsprechende Umarbeitung dessen Brauchbarkeit zu erhöhen; die vorgenommenen Änderungen sind aber so durchgreifender Natur, dass die vorliegende zweite Auflage als neues Werk betrachtet werden darf, von dem ich hoffe, dass es sich, wie sein Vorgänger, Freunde erwerben werde. Es soll hier auf einige der wesentlichsten Zusätze hingewiesen werden.

Eine umfassende Bearbeitung hat der Abschnitt über die Änderungen der Fundamentalebene erfahren, indem auf Grundlage der Le Verrier'schen Werthe für die Lageveränderungen der Ekliptik ein vollkommen consequentes System der Präcessionsausdrücke aufgestellt und hierbei die Glieder dritter Ordnung vollständig mitgenommen wurden. Die Resultate, welche sich auf pag. 202 und 203 des vorliegenden Bandes zusammengestellt finden, weichen in einigen wenigen Fällen um eine Einheit der letzten Stelle von jenen Werthen ab, die ich in Nr. 2387 der Astronomischen Nachrichten veröffentlicht habe; die hier mitgetheilten Zahlen, die also innerhalb der Unsicherheitsgrenze der Rechnung mit jenen stimmen, verdienen jedoch den Vorzug. Auf Grundlage dieser Zahlen sind Tafeln (Tafel XII) in grosser Vollständigkeit gegeben, welche die Berechnung der Säcularvariation und des sogenannten dritten Gliedes wesentlich erleichtern. Die Ausdrücke für die Nutation sind weiter entwickelt, als es sonst geschehen ist, und zu deren Berechnung wie auch zur Bestimmung der für die Reduction auf den scheinbaren Ort nöthigen Hilfsgrössen ausführliche und bequeme Tafeln (Tafel X) beigegeben; bei der Aberration ist durchaus das kleine, sonst meist vernachlässigte, von der Erdbahnexcentricität abhängige Glied mitgenommen worden, ohne dass in den Endformeln irgend eine weitere Complication zum Vorschein kommt.

Bei der Bahnbestimmung der Kometen wird neben der Olbers'schen Methode jene ausführlich auseinandergesetzt, welche ich für den Ausnahmefall in Vorschlag gebracht habe; wenn auch die letztere in ihren Grundzügen sich nicht wesentlich von der in der ersten Auflage veröffentlichten unterscheidet, so erscheint doch die gesammte Rechnung

durch die vorgenommenen Transformationen wesentlich vereinfacht und in eine übersichtliche Form gebracht. Die durch Herrn Strobl berechnete, von 10" zu 10" vorschreitende Barker'sche Tafel wird wohl allseitig mit Befriedigung aufgenommen werden.

Bei der Bahnbestimmung der Planeten habe ich mich auf die Darlegung der von mir in Vorschlag gebrachten Methoden beschränkt, da deren vielfache Anwendung mich überzeugt hat, dass dieselben gegen die sonst üblichen den entschiedensten Vorzug verdienen. Als wesentlicher Zusatz findet sich jenes Verfahren auseinandergesetzt, welches man in der Anwendung auf Kometen zu befolgen hat; überdies hat die Methode der Bahnbestimmung aus vier Orten durch Zuhilfenahme weiterer Glieder in der Entwicklung für die Verhältnisse der Sektoren zu den Dreiecken eine bedeutende Steigerung in der Convergenz erfahren, und es ist der Nachweis geführt worden, dass die bisher hierbei angewandten Methoden im Allgemeinen keine hinreichende Convergenz hatten.

Die zum Vortrag gebrachten Formeln sind stets durch ausführliche Beispiele erläutert und die numerische Ausführung ist so vorgenommen worden, dass die letzte Stelle den angewandten Hilfsmitteln entsprechend genau bestimmt ist; es kamen bei den siebenstelligen Rechnungen die Tafeln von Bruhns und Zech, bei sechsstelligen jene von Bremiker in Verwendung. Bei den Beispielen ist, wenn nicht eine Verwechslung zu befürchten war, als Eingang der entsprechende Formelausdruck angesetzt, gleichgiltig ob die beigesetzten Ziffern der Zahl oder dem Logarithmus entsprechen.

Auf die Correctheit des Satzes wurde eine besondere Sorgfalt verwendet, bei der Revision der Aushängebogen sind jedoch noch einige Fehler entdeckt worden, von denen die wesentlichsten sich auf pag. 684 dieses Bandes zusammengestellt finden.

Der zweite Band des vorliegenden Werkes enthält mehrfache Rückbeziehungen auf den ersten in seiner früheren Gestalt; um nun die diesbezüglichen Citate auf das vorliegende Werk anwenden zu können, habe ich am Schlusse des Inhaltsverzeichnisses (pag. XII) die entsprechenden Parallelstellen neben einander gesetzt.

Schliesslich habe ich der werktätigen Unterstützung der Herren F. Anton, F. K. Ginzl, F. Kühnert, H. Freiherrn von Rüling und R. Schram anerkennend zu gedenken, welche mir dieselben bei der Herstellung der Tafeln, der Beispiele und der Correctur des Satzes angedeihen liessen und die allein mir gestattet hat, im Verlauf einer verhältnissmässig kurzen Zeit den vorliegenden Band zum Abschluss zu bringen.

Wien im Mai 1882.

**Der Verfasser.**

# Inhaltsverzeichnis.

|                                                                                                           | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Einleitung . . . . .                                                                                      | 1     |
| Erster Theil (präparatorischer Theil).                                                                    |       |
| I. Die Coordinaten in ihrem gleichzeitigen Verhalten zu einander . . . . .                                | 3     |
| 1. Eintheilung der Himmelskugel und Definition der Coordinaten. . . . .                                   | 3     |
| Verwandlung von Bogenmass in Zeitmass und umgekehrt . . . . .                                             | 5     |
| 2. Transformation der Coordinaten . . . . .                                                               | 7     |
| a. Der Anfangspunkt des Coordinatensystems bleibt unverändert . . . . .                                   | 7     |
| Ältere und Gauss'sche Zählweise der Elemente $i$ und $\pi$ . . . . .                                      | 8     |
| $\alpha$ . Transformation der Bahnlage . . . . .                                                          | 9     |
| $\beta$ . Transformation der ekliptikalen Coordinaten in äquatorale und umgekehrt                         | 12    |
| $\gamma$ . Berechnung der Sonnencoordinaten . . . . .                                                     | 15    |
| $\delta$ . Berechnung der heliocentrischen Äquatorcoordinaten . . . . .                                   | 16    |
| b. Der Anfangspunkt des Coordinatensystems wird geändert . . . . .                                        | 20    |
| $\alpha$ . Heliocentrischer und geocentrischer Ort . . . . .                                              | 20    |
| $\beta$ . Parallaxe . . . . .                                                                             | 22    |
| Verwandlung der Sternzeit in mittlere und umgekehrt . . . . .                                             | 25    |
| Ableitung zweier Lagrange'schen Reihen . . . . .                                                          | 29    |
| Parallaxe in Rectascension und Declination . . . . .                                                      | 34    |
| Locus fictus . . . . .                                                                                    | 36    |
| Anhang. Correction wegen Sonnenbreite . . . . .                                                           | 41    |
| II. Die Coordinaten in ihrem Verhältnisse zur Zeit . . . . .                                              | 42    |
| 1. Kepler's Gesetze aus dem Newton'schen Attractionsgesetze abgeleitet . . . . .                          | 42    |
| Über die Constante des Sonnensystems . . . . .                                                            | 49    |
| Über die Relation zwischen der Geschwindigkeit und der Gattung des Kegelschnittes                         | 50    |
| 2. Die Relationen zwischen der Zeit und dem Orte in der Bahn . . . . .                                    | 50    |
| a. Ellipse . . . . .                                                                                      | 53    |
| Das Kepler'sche Problem . . . . .                                                                         | 54    |
| Herz' Verfahren zur Auffindung der excentrischen Anomalie . . . . .                                       | 55    |
| Berechnung der wahren Anomalie aus der excentrischen und Aufstellung einiger                              | 57    |
| wichtiger für die Ellipse geltender Relationen . . . . .                                                  | 57    |
| b. Parabel . . . . .                                                                                      | 58    |
| Berechnung der wahren Anomalie durch direkte Auflösung einer cubischen Gleichung . . . . .                | 58    |
| Berechnung der wahren Anomalie mittelst der Barker'schen Tafel . . . . .                                  | 59    |
| Berechnung der wahren Anomalie im Falle sehr grosser Anomalieen ohne Hilfstafeln . . . . .                | 62    |
| Berechnung der wahren Anomalie im Falle sehr grosser Anomalieen mittelst Hilfstafeln . . . . .            | 64    |
| c. Hyperbel . . . . .                                                                                     | 65    |
| d. Nahezu parabolische Bahnen . . . . .                                                                   | 65    |
| Formeln zur Berechnung der wahren Anomalie und des Radius vector in nahezu parabolischen Bahnen . . . . . | 73    |
| 3. Relationen zwischen mehreren Orten in der Bahn . . . . .                                               | 75    |
| a. Die Euler'sche Gleichung und deren Transformation nach Encke . . . . .                                 | 75    |
| Beispiel . . . . .                                                                                        | 80    |

|                                                                                                                                                      | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| b. Bestimmung des Verhältnisses zwischen dem Sector und dem Dreieck . . . . .                                                                        | 81    |
| Zusammenstellung der Formeln nach Gauss . . . . .                                                                                                    | 89    |
| Näherungsformeln nach Hansen . . . . .                                                                                                               | 91    |
| Specialfall der Parabel . . . . .                                                                                                                    | 93    |
| c. Bestimmung des Verhältnisses der Dreiecksflächen für kleine heliocentrische Bewegungen . . . . .                                                  | 94    |
| d. Bestimmung der Bahnelemente aus zwei heliocentrischen Orten . . . . .                                                                             | 101   |
| Bestimmung der Bahnlage und des Arguments der Breite . . . . .                                                                                       | 102   |
| $\alpha$ . Bahnen mit mässiger Excentricität . . . . .                                                                                               | 104   |
| $\beta$ . Bahnen von nahezu parabolischer Gestalt . . . . .                                                                                          | 107   |
| $\gamma$ . Parabolische Bahnen . . . . .                                                                                                             | 109   |
| 4. Aberration . . . . .                                                                                                                              | 110   |
| a. Fixsternaberration . . . . .                                                                                                                      | 110   |
| $\alpha$ . Tägliche Aberration . . . . .                                                                                                             | 111   |
| $\beta$ . Jährliche Aberration . . . . .                                                                                                             | 112   |
| Einfluss des meist vernachlässigten kleinen aus der Erdbahnexcentricität resultirenden Aberrationsgliedes auf den Ort eines Fixsternes . . . . .     | 115   |
| Erklärung der Hilfstafeln zur Berechnung der Aberration . . . . .                                                                                    | 119   |
| b. Planetenaberration . . . . .                                                                                                                      | 121   |
| 5. Änderungen der Fundamentelebenen im Raume . . . . .                                                                                               | 124   |
| Numerische Grundlagen der Entwicklungen und Aufstellung der Definitionen . . . .                                                                     | 124   |
| A. Theoretische Bestimmung der Ausdrücke für die Präcession und Nutation . . .                                                                       | 126   |
| $\alpha$ . Die Euler'schen Differentialgleichungen der Rotationsbewegung . . . . .                                                                   | 126   |
| Bestimmung der Cosinus der Winkel, welche die instantane Drehungsachse mit den Hauptachsen der Trägheit einschliesst. . . . .                        | 127   |
| Bestimmung der analogen Grössen in Bezug auf ein fixes Coordinatensystem                                                                             | 136   |
| $\beta$ . Ersetzung der analogen Grössen durch Functionen dreier von einander unabhängiger Bogen . . . . .                                           | 136   |
| $\gamma$ . Transformation der Momentsummen . . . . .                                                                                                 | 139   |
| $\delta$ . Entwicklung des Potentials $V$ und seiner partiellen Differentialquotienten .                                                             | 142   |
| $\epsilon$ . Zurückführung der Differentialgleichungen für die Bewegung der Erdachse auf Quadraturen. . . . .                                        | 146   |
| Über die hierbei auftretenden Integrationsconstanten . . . . .                                                                                       | 150   |
| Über die Änderungen der Polhöhe . . . . .                                                                                                            | 150   |
| $\zeta$ . Die Bewegungen der Rotationsachse der Erde . . . . .                                                                                       | 155   |
| $\eta$ . Numerische Entwicklung der partiellen Differentialquotienten des Potentials                                                                 | 158   |
| $\iota$ . Integration der Differentialgleichungen für $e'$ und $\psi$ , Aufstellung der numerischen Werthe für die Präcession und Nutation . . . . . | 179   |
| Mondglieder bezogen auf die feste Ausgangsekliptik . . . . .                                                                                         | 183   |
| Sonnenglieder bezogen auf die feste Ausgangsekliptik . . . . .                                                                                       | 185   |
| Correctionen zur Übertragung der Nutationsausdrücke auf eine beliebige feste Ekliptik . . . . .                                                      | 186   |
| Übertragung der Präcessionsausdrücke auf eine beliebige feste Ekliptik . .                                                                           | 187   |
| Numerische Werthe der letzteren . . . . .                                                                                                            | 197   |
| B. Präcession . . . . .                                                                                                                              | 198   |
| Dies reductus . . . . .                                                                                                                              | 198   |
| Die Länge des tropischen Jahres . . . . .                                                                                                            | 200   |
| Einführung des tropischen Jahres statt des julianischen in den Präcessionsausdrücken . . . . .                                                       | 200   |
| Berechnung des tropischen Jahresanfanges. . . . .                                                                                                    | 201   |
| Numerische Formeln für die Präcessionsausdrücke nach Einführung des tropischen Jahres . . . . .                                                      | 202   |
| Formeln und numerische Constanten zur Übertragung der Bahnelemente .                                                                                 | 206   |
| Beispiele hierzu . . . . .                                                                                                                           | 207   |
| Formeln hierzu, wenn Näherungswerthe bekannt sind, nebst Beispiel . . .                                                                              | 209   |
| Die Präcessionsänderungen der Elemente nach Potenzen der Zeit nebst Beispiel . . . . .                                                               | 210   |
| Einfluss der Präcession auf den Ort eines Himmelskörpers . . . . .                                                                                   | 213   |
| Formeln und Beispiele für die Ekliptik . . . . .                                                                                                     | 215   |
| Formeln und Beispiele für den Äquator . . . . .                                                                                                      | 216   |
| Über den Einfluss der Eigenbewegung auf die Präcessionswerthe und dieser auf jene . . . . .                                                          | 217   |

|                                                                                                                                             | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Beispiel. . . . .                                                                                                                           | 220   |
| Der Einfluss der Präcession auf den Ort eines Himmelskörpers nach Pö-<br>tenzen der Zeit entwickelt. . . . .                                | 221   |
| Variatio saecularis und Benützung der Tafel XII zu deren Berechnung                                                                         | 223   |
| Correction der Variatio saecularis wegen Eigenbewegung. . . . .                                                                             | 223   |
| Formeln zur Berechnung des dritten Gliedes und Benützung der Tafel XII<br>zu seiner Berechnung. . . . .                                     | 224   |
| Correction des dritten Gliedes wegen Eigenbewegung. . . . .                                                                                 | 225   |
| Durch Variation der Eigenbewegung kann eine Veränderung in der Prä-<br>cessionsconstante der Hauptsache nach berücksichtigt werden. . . . . | 225   |
| Ausführliches Beispiel zu den vorstehenden Formeln. . . . .                                                                                 | 226   |
| Berechnung der Präcessionsausdrücke, wenn Näherungen für diese bekannt<br>sind, nebst Beispiel. . . . .                                     | 230   |
| Systematische Correction der Sternkataloge. . . . .                                                                                         | 231   |
| Berechnung der Eigenbewegung. . . . .                                                                                                       | 232   |
| Der Einfluss der Präcession auf die rechtwinkligen Coordinaten. . . . .                                                                     | 233   |
| Numerische Werthe für die ekliptikalen Coordinaten. . . . .                                                                                 | 235   |
| Numerische Werthe für die äquatorealen Coordinaten. . . . .                                                                                 | 236   |
| C. Nutation. Die Hauptglieder der Nutation in Länge. . . . .                                                                                | 237   |
| Die Hauptglieder der Nutation in der Schiefe. . . . .                                                                                       | 238   |
| Tabulirung derselben und Erklärung der Einrichtung der Tafel X. . . . .                                                                     | 239   |
| Beispiel hierzu. . . . .                                                                                                                    | 243   |
| Der Einfluss der Nutation auf die Rectascension und Declination. . . . .                                                                    | 245   |
| D. Reduction der Coordinaten auf verschiedene Äquinoccien. . . . .                                                                          | 246   |
| a. Ekliptik. . . . .                                                                                                                        | 246   |
| b. Äquator. . . . .                                                                                                                         | 247   |
| Ermittlung der Bessel'schen Hilfsgrössen. . . . .                                                                                           | 248   |
| Berechnung derselben mit Hilfe der Tafel X. . . . .                                                                                         | 249   |
| Beispiel zur Reduction auf den scheinbaren Ort mit Hilfe der Bessel'schen Hilfs-<br>grössen. . . . .                                        | 249   |
| Einfluss der jährlichen Parallaxe auf den Sternort. . . . .                                                                                 | 250   |
| Reduction mittlerer polarer Coordinaten auf wahre. . . . .                                                                                  | 251   |
| Reduction mittlerer rechtwinkliger Coordinaten auf wahre. . . . .                                                                           | 252   |
| Zweite Form der Bessel'schen Hilfsgrössen (Sternephemeriden). . . . .                                                                       | 253   |
| Berechnung derselben mit Hilfe der Tafel X. . . . .                                                                                         | 254   |
| Beispiel hierzu. . . . .                                                                                                                    | 255   |
| Klinkerfues'sche Hilfsgrössen nebst Beispiel. . . . .                                                                                       | 256   |
| Fabritius' Verfahren zur Berechnung der Reduction polnaher Sterne. . . . .                                                                  | 258   |
| Formeln zur Berechnung der Glieder erster und zweiter Ordnung nach Fabritius                                                                | 259   |
| Auflösung derselben in die gewöhnlich übliche Form. . . . .                                                                                 | 261   |
| Ausführliches Beispiel zur Berechnung der Ephemeride eines polnahen Sternes                                                                 | 262   |
| Anhang. Berechnung der Oppositionszeit, Helligkeit und Lichtstärke eines kleinen Pla-<br>neten. . . . .                                     | 264   |
| Über den Einfluss der Exstinction des Lichtes auf die Grössenschätzung. . . . .                                                             | 266   |

## Zweiter Theil (Bahnbestimmung).

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Allgemeines und Aufstellung der Bedingungsgleichungen der Bahnebene. . . . .                                       | 267 |
| Formeln für die parallactisch veränderten ekliptikalen Polarcoordinaten der Sonne. . . . .                         | 273 |
| I. Bestimmung parabolischer Elemente                                                                               |     |
| 1. Aufstellung einer Relation zwischen den geocentrischen Distanzen aus der Bedingung<br>der Ebene. . . . .        | 274 |
| 2. Einführung der Näherungsausdrücke für die Verhältnisse der Dreiecksflächen. . . . .                             | 277 |
| Über das Mass der Genauigkeit, mit dem die Verhältnisse der Dreiecksflächen einge-<br>führt werden müssen. . . . . | 278 |
| 3. Wahl des die mittlere Beobachtung ersetzenden grössten Kreises. . . . .                                         | 282 |
| Olbers' Methode (der grösste Kreis geht durch den mittleren Kometen- und Sonnen-<br>Ort). . . . .                  | 283 |
| Günstigste Wahl. . . . .                                                                                           | 285 |
| Kriterium für die Wahl des grössten Kreises. . . . .                                                               | 287 |
| 4. Lösung des Problems durch Einführung der Euler'schen Gleichung. . . . .                                         | 290 |
| α. Der grösste Kreis geht durch den mittleren Kometen- und Sonnen-Ort. . . . .                                     | 290 |

|                                                                                                                                                                         | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Transformation der Formeln zur Erleichterung der versuchsweisen Auflösung                                                                                               | 291   |
| Differentialformeln hierfür . . . . .                                                                                                                                   | 294   |
| Genäherte Berücksichtigung der Planetenaberration . . . . .                                                                                                             | 296   |
| Auflösung der Euler'schen Gleichung falls die Grenzen der $\mu$ -Tafel (Tafel VII) überschritten werden. . . . .                                                        | 297   |
| Über die Verbesserung der zu Grunde gelegten Näherungen für die Verhältnisse der Dreiecksflächen und Angabe der Methoden zur Verbesserung der ersten Elemente . . . . . | 298   |
| $\beta$ . Der grösste Kreis hat die für die Genauigkeit der Bahnbestimmung günstigste Lage. . . . .                                                                     | 303   |
| Transformation der Formeln zur Erleichterung der versuchsweisen Auflösung . . . . .                                                                                     | 304   |
| Differentialformeln hierfür . . . . .                                                                                                                                   | 305   |
| Genäherte Berücksichtigung der Planetenaberration . . . . .                                                                                                             | 306   |
| 5. Über die mehrfachen Lösungen des Problems . . . . .                                                                                                                  | 308   |
| Es gibt eine oder drei positive Wurzeln für die geocentrische Entfernung . . . . .                                                                                      | 309   |
| 6. Ausführliche Beispiele. . . . .                                                                                                                                      | 310   |
| Komet III. 1881. Vorbereitung der Beobachtung für die Bahnbestimmung. . . . .                                                                                           | 311   |
| Grundlagen der Bahnbestimmung. . . . .                                                                                                                                  | 317   |
| Berechnung der Elemente nach Olbers' Methode . . . . .                                                                                                                  | 317   |
| Verbesserung der ersten Annahmen über $M$ . . . . .                                                                                                                     | 323   |
| Ephemeride. . . . .                                                                                                                                                     | 327   |
| Bildung eines Normalortes. . . . .                                                                                                                                      | 328   |
| Komet III. 1869. Vorbereitung der Beobachtungen für die Bahnbestimmung. . . . .                                                                                         | 329   |
| Grundlagen der Bahnbestimmung. . . . .                                                                                                                                  | 331   |
| Berechnung der Elemente bei günstigster Wahl der Lage des grössten Kreises . . . . .                                                                                    | 331   |
| Verbesserung der ersten Annahmen für die Verhältnisse der Dreiecksflächen . . . . .                                                                                     | 337   |
| Komet III. 1881. Bestimmung der Bahnelemente unter Voraussetzung vorhandener Näherungen . . . . .                                                                       | 337   |
| Vorbereitung der Beobachtungen. . . . .                                                                                                                                 | 338   |
| Grundlagen der Bahnbestimmung. . . . .                                                                                                                                  | 339   |
| Beispiel für die Überschreitung der $\mu$ -Tafel. . . . .                                                                                                               | 342   |
| Ermittlung der wahrscheinlichsten Elemente durch Variation von $M$ . . . . .                                                                                            | 343   |
| 7. Bestimmung der Bahn eines Sternschnuppenschwarmes aus seinem Radiationspunkte                                                                                        | 345   |
| Zusammenstellung der hierzu nöthigen Formeln. . . . .                                                                                                                   | 350   |
| Beispiel . . . . .                                                                                                                                                      | 351   |
| II. Ermittlung der Bahnelemente ohne bestimmte Voraussetzung über die Excentricität. . . . .                                                                            | 352   |
| Erste Abtheilung. Bahnbestimmung aus drei vollständigen Beobachtungen . . . . .                                                                                         | 352   |
| 1. Aufstellung der Gleichungen zur Bestimmung der geocentrischen Distanzen . . . . .                                                                                    | 352   |
| Über die Ordnung des Coëfficienten $K$ und über das Mass der Genauigkeit, mit dem die Verhältnisse der Dreiecksflächen eingeführt werden müssen . . . . .               | 355   |
| Gauss'sche Lösung des Problems . . . . .                                                                                                                                | 357   |
| Lösung bei Mitnahme der Glieder dritter Ordnung . . . . .                                                                                                               | 358   |
| Darstellung der Radienvectoren als Functionen der geocentrischen Distanzen mit Rücksicht auf eventuell angesetzte Sonnenbreiten . . . . .                               | 359   |
| 2. Über die mehrfachen Lösungen des Problems . . . . .                                                                                                                  | 360   |
| Kriterien über die Anzahl der Lösungen und Gebrauch der Tafel XIII. . . . .                                                                                             | 364   |
| Kriterien über die Sicherheit der Bahnbestimmung . . . . .                                                                                                              | 366   |
| 3. Bestimmung der geocentrischen Distanzen . . . . .                                                                                                                    | 369   |
| Über die Lösung der auftretenden Gleichung und Erleichterung derselben durch die Benutzung differentieller Änderungen . . . . .                                         | 370   |
| Die Grössen $\Gamma$ , und $\Gamma''$ , sind in der ersten Näherung der Null gleich zu setzen. . . . .                                                                  | 371   |
| Bestimmung der Grössen $\Gamma$ , und $\Gamma''$ , wenn Näherungen für die Elemente bekannt sind . . . . .                                                              | 371   |
| Transformation der Ausdrücke zur bequemen Berechnung des heliocentrischen Abstandes der beiden äusseren Orte aus den geocentrischen Distanzen . . . . .                 | 373   |
| Verwerthung dieser Formeln zur Bestimmung der Grössen $\Gamma$ , und $\Gamma''$ , . . . . .                                                                             | 376   |
| Genäherte Berücksichtigung der Planetenaberration . . . . .                                                                                                             | 378   |



|                                                                                                                   | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4. Anwendung der vorstehend entwickelten Methode auf die Bestimmung einer Kometenbahn. . . . .                    | 379   |
| 5. Beispiele                                                                                                      |       |
| Planet (217) Eudora. Vorbereitung der Beobachtungen für die Bahnbestimmung                                        | 382   |
| Grundlagen der Bahnbestimmung. . . . .                                                                            | 383   |
| Ableitung der Elemente . . . . .                                                                                  | 383   |
| Darstellung des mittleren Ortes . . . . .                                                                         | 390   |
| Ephemeride. . . . .                                                                                               | 392   |
| Planet (1) Ceres. Parallelbeispiel zur Theoria motus . . . . .                                                    | 393   |
| Komet I 1866. Grundlagen der Rechnung . . . . .                                                                   | 400   |
| Ableitung der Elemente. . . . .                                                                                   | 401   |
| Über ein besonderes Verfahren bei Auflösung der auftretenden höheren Gleichungen . . . . .                        | 403   |
| Verändertes Verfahren bei Auflösung der auftretenden höheren Gleichungen . . . . .                                | 406   |
| Zweite Abtheilung. Bahnbestimmung aus vier Beobachtungen . . . . .                                                | 413   |
| 1. Aufstellung der Gleichungen zur Bestimmung der geocentrischen Distanzen . . . . .                              | 413   |
| Über den Grad der Annäherung, mit dem die Verhältnisse der Dreiecksflächen substituiert werden müssen . . . . .   | 415   |
| Über die bei Kometenbahnen eintretenden Modificationen . . . . .                                                  | 420   |
| 2. Bestimmung der geocentrischen Distanzen . . . . .                                                              | 420   |
| Die hierbei mit Vorthcil benutzten Differentialausdrücke . . . . .                                                | 421   |
| Abänderungen für Kometenbahnen. . . . .                                                                           | 422   |
| Berücksichtigung der Planetenaberration . . . . .                                                                 | 424   |
| Über die Wahl der grössten, die mittleren Beobachtungen ersetzenden Kreise. . . . .                               | 426   |
| Beispiele . . . . .                                                                                               | 427   |
| Planet (64) Angelina. Vorbereitung der Beobachtungen für die Bahnbestimmung                                       | 427   |
| Grundlagen der Bahnbestimmung . . . . .                                                                           | 428   |
| Rechnung der Elemente . . . . .                                                                                   | 429   |
| Planet (4) Vesta. Parallelbeispiel zur Theoria motus . . . . .                                                    | 435   |
| Komet I 1866. Grundlagen der Rechnung . . . . .                                                                   | 440   |
| Bahnbestimmung . . . . .                                                                                          | 441   |
| III. Ermittlung einer Kreisbahn . . . . .                                                                         | 447   |
| Beispiel nebst Ephemeride. . . . .                                                                                | 449   |
| Tafeln . . . . .                                                                                                  | 453   |
| I. Verwandlung der mittlern Zeit in Sternzeit . . . . .                                                           | 454   |
| II. Verwandlung der Sternzeit in mittlere Zeit . . . . .                                                          | 455   |
| III. Tafeln zur Berechnung der Parallaxe . . . . .                                                                | 456   |
| IV. Barker'sche Tafel . . . . .                                                                                   | 458   |
| V. Ergänzung der Barker'schen Tafel für grosse wahre Anomalien . . . . .                                          | 456   |
| VI. Tafeln zur Berechnung der wahren Anomalien in nahezu parabolischen Bahnen . . . . .                           | 457   |
| VII. Encke's $\mu$ -Tafel . . . . .                                                                               | 558   |
| VIII. Gauss'sche Hilfstafel zur Berechnung des Verhältnisses Sector: Dreieck . . . . .                            | 562   |
| IX. Gauss' $\xi$ -Tafel . . . . .                                                                                 | 567   |
| X. Hilfstafeln zur Berechnung der Reductionselemente für die Präcession, Nutation und Aberration . . . . .        | 569   |
| XI. Mittlere Schiefe und Präcessionswerthe von zehn zu zehn Jahren für den Zeitraum 1600—2100 . . . . .           | 629   |
| XII. Hilfstafeln zur Berechnung der Variatio säcularis und des dritten Gliedes . . . . .                          | 630   |
| XIII. Hilfstafeln zur Auflösung der bei der Bahnbestimmung aus drei Orten auftretenden höheren Gleichung. . . . . | 654   |
| Anhang                                                                                                            |       |
| Zusammenstellung der für Bahnbestimmungen nöthigen Formeln . . . . .                                              | 657   |
| Berichtigungen und Zusätze . . . . .                                                                              | 684   |





## EINLEITUNG.

---

Die Bestimmung der Bahn eines Himmelskörpers kann nicht sofort mit der grössten Genauigkeit durchgeführt werden, man ist gezwungen, wie dies in den meisten Fällen der Naturforschung statt hat, sich der Wahrheit nur stufenweise zu nähern; dem entsprechend ist auch die Anordnung dieses Werkes getroffen. Der erste Band enthält die vorläufige Lösung des Problems, nämlich die erste Bahnbestimmung. Die Natur der Aufgabe bringt es mit sich, dass diese Lösung nur dann möglich ist, wenn die heliocentrische Bewegung des Körpers innerhalb des Zeitraumes, auf den die zur Rechnung verwendeten Beobachtungen vertheilt sind, nicht zu gross ist; ferner wird man hierbei ganz von den störenden Einflüssen der übrigen Planeten absehen müssen. Der Inhalt des zweiten Bandes wird der weiteren Verbesserung der so gefundenen Elemente gewidmet sein; man wird in der Lage sein, die Elemente beliebig vielen Beobachtungen den Principien der Wahrscheinlichkeit nach anzuschliessen und die störenden Einflüsse der Planeten auf die Bewegung des zu berechnenden Himmelskörpers zu ermitteln. Die Störungen selbst kommen unter einem zweifachen Gesichtspunkte in Betracht; man geht entweder von einem bestimmten Punkte der Bahn aus, verfolgt Schritt für Schritt die störenden Einflüsse der Planeten und integrirt mit Hilfe der mechanischen Quadraturen die so für bestimmte Zeitmomente erhaltenen Differentialquotienten (specielle Störungen) oder man führt die Integration nach der unbestimmt gelassenen Zeit analytisch aus (allgemeine Störungen). Die Behandlung der Störungen auf die zuletzt angegebene Weise schliesse ich vorläufig aus und werde im zweiten Bande nur die Methoden der speciellen Störungen berücksichtigen.

Die Lösung der hier in Betracht kommenden Aufgaben setzt gewisse Kenntnisse voraus, ohne deren Beihilfe das Verständnis der nothwendigen Ableitungen entweder schwer oder gar nicht erlangt wird; ich habe deshalb in beiden Bänden für jede einzelne Disciplin deren theoretische Grundlagen an geeigneter Stelle und

in der erforderlichen Ausdehnung behandelt; diese Erläuterungen sind für den Anfänger durchaus nöthig; ich meine aber, dass es auch dem erfahrenen Astronomen oft angenehm ist, alles Zusammengehörige übersichtlich angeordnet vorzufinden.

Häufig ist die Darstellungsweise und manche der zum Vortrag gebrachten Methoden neu; der erfahrene Leser wird dies bei einer oberflächlichen Durchsicht sofort erkennen. Ich habe stets diejenigen Methoden auszuwählen mich bestrebt, welche die grösste Sicherheit in Erlangung des Zieles gewähren; es war demnach bei der Auswahl derselben nicht immer die Kürze massgebend.

---

# Ermittlung der Bahnelemente eines Himmelskörpers des Sonnensystems aus drei oder vier Beobachtungen.

## Erster Theil.

(Präparatorischer Theil.)

### I. Abschnitt. Die Coordinaten in ihrem gleichzeitigen Verhalten zu einander.

#### 1. Eintheilung der Himmelskugel.

Der Ausgangspunkt der Untersuchung über die wahre Bahn eines Himmelskörpers ist die scheinbare Bahn, welche letztere man durch die Beobachtungen mindestens näherungsweise kennen lernt. Die Beobachtung gibt für eine bestimmte Zeit den scheinbaren Ort dieses Körpers, auf die Himmelskugel projicirt, an. Um nun diese Ortsangabe nach bestimmten Normen ausführen zu können, muss irgend eine Annahme über ein Coordinatensystem, welches als Ausgangspunkt der Zählung dient, gemacht werden; es ist im Allgemeinen gleichgiltig, welches Coordinatensystem in Anwendung kommt, doch sind aus praktischen Gründen nur gewisse wenige Systeme in Gebrauch gekommen; ich kann mich daher im Folgenden auf die Betrachtung dieser beschränken.

Ein Punkt auf der Erdoberfläche beschreibt einen Weg im Raume, der das Resultat dreier wesentlich verschiedener Bewegungen ist: die erste ist bedingt durch die Rotation der Erde um ihre Achse, ihre Periode ist ein Tag; die zweite hängt ab von dem Fortschreiten der Erde in ihrer Bahn um die Sonne, hier ist die Periode das Jahr; die dritte folgt aus der Bewegung der Sonne im Raume, an der alle Körper im Sonnensysteme, mithin auch die Erde, Theil nehmen. Über die Richtung und das Mass dieser letzteren Bewegung ist wenig mit Sicherheit ermittelt, allein sie ist für den vorliegenden Zweck ohne Belang, da es hier nur auf die relative Bewegung der Himmelskörper gegen das Sonnencentrum ankommt; die ersteren Bewegungen jedoch sind von besonderem Interesse, da dieselben die beiden wichtigsten Coordinatensysteme bedingen.

Legt man parallel der täglichen Bewegung des Erdortes eine Ebene oder, was damit übereinkommt, eine solche, welche senkrecht auf der Rotationsachse der Erde steht, so ist der Durchschnitt dieser Ebene mit der Himmelskugel der Äquator, der nothwendig ein grösster Kreis ist. Der Äquator theilt die Himmelskugel in zwei

Hemisphären; man bezeichnet diejenige, gegen welche der Nordpol der Erde gerichtet ist, als die nördliche, die andere als die südliche und verbindet meist mit ersterer als Symbol das positive Zeichen, mit letzterer das negative.

Legt man parallel der jährlichen Bewegung der Erde eine Ebene, so ist der Durchschnitt dieser Ebene mit der Himmelskugel die Ekliptik; auch diese theilt als grösster Kreis die Himmelskugel in zwei Hemisphären; in der nördlichen (positiven) liegt der Nordpol, in der südlichen (negativen) der Südpol des Äquators.

Der Äquator und die Ekliptik als grösste Kreise schneiden sich in zwei Punkten, den Äquinocialpunkten, die  $180^\circ$  von einander entfernt liegen. In beiden grössten Kreisen gilt der eine Tag- und Nachtgleichenpunkt und zwar derjenige, in welchem die Ekliptik, in der Bewegungsrichtung der Erde beschrieben gedacht, aus der südlichen Äquatorhemisphäre in die nördliche ansteigt, als Anfangspunkt der Zählung; man nennt diesen Punkt den Frühljahrs-Tag- und Nachtgleichenpunkt oder kürzer den Frühljahrspunkt und die Neigung der Ekliptik gegen den Äquator die Schiefe der Ekliptik, für welche in dem vorliegenden Werke das Symbol  $\epsilon$  gewählt wird.

Es sind durch die eben angestellten Betrachtungen zwei Coordinatensysteme erlangt, die vom Standpunkte des Beobachters völlig unabhängig sind; es kann demnach jedes dieser Systeme ohne einen weiteren Zusatz zur Bestimmung der Lage eines Punktes benützt und diese Bestimmung entweder durch die polaren oder rechtwinkligen Coordinaten vermittelt werden. Die in der Praxis eingeführte Zählart der polaren Äquatorcoordinaten ist die folgende: die eine Coordinate wird in der Ebene des Äquators vom Frühljahrspunkte im Sinne der Erdrotation (von West über Süd nach Ost), also im umgekehrten Sinne zur scheinbaren täglichen Bewegung der Gestirne gezählt. Man nennt diese Coordinate die gerade Aufsteigung oder Rectascension  $\alpha$ ; dieselbe wird entweder in Bogen- oder Zeitmass angesetzt; erstere Massbestimmung gründet sich darauf, dass man die Peripherie in 360 Grade theilt, welche wieder im Verhältnisse von 1 zu 60 in Bogenminuten und Bogensekunden zerfällt werden; die letztere, welche für die nothwendige Verbindung der Beobachtung mit der Zeit besonders bequem ist, theilt die Peripherie in 24 Stunden und diese wieder im Verhältnisse von 1 zu 60 in Zeitminuten und Zeitsekunden. Es sind demnach:

$$\begin{array}{ll} 15^\circ = 1^h & 1^\circ = 4^m \\ 15' = 1^m & 1' = 4^s \\ 15'' = 1^s, & 1'' = 0.666 \dots \end{array}$$

Der Übergang vom Bogenmass auf das Zeitmass geschieht also durch die Division mit 15 und der umgekehrte Übergang durch Multiplication mit derselben Zahl. Diese Transformation kann mittelst Hilfstafeln, welche sich in fast allen astronomischen Tafelsammlungen vorfinden, leicht genug durchgeführt werden; doch bietet die Anwendung dieser Tafeln keinen Vortheil gegen das eben zu beschreibende Verfahren, zumal, wenn dasselbe durch einige Übung dem Rechner geläufig geworden ist. Es sei ein gegebener Bogen in Zeitmass zu verwandeln: man dividirt die Grade durch 15 und erhält, wenn man den Rest vorläufig ausser Acht lässt, die Anzahl Stunden, die man sofort anschreibt; die Division des Restes durch 15 geschieht einfach,

indem man denselben im Kopfe mit 4 multiplicirt und das Resultat als in Zeitminuten ausgedrückt betrachtet; diese Zahl erfährt eine Correction (stets kleiner als 4 Einheiten), wenn die zu verwandelnden Bogenminuten der Zahl nach mehr als 15 sind; man dividirt dann, wie das mit den Graden geschehen ist, die angesetzten Bogenminuten mit Ausserachtlassung des Restes durch 15 und fügt den Quotienten zu den durch den Rest in den Graden erhaltenen Zeitminuten hinzu. Der Rest in den Bogenminuten wird durch Multiplication mit 4 in Zeitsekunden verwandelt und zu diesen der Quotient addirt, der sich aus der Division der angesetzten Bogensekunden durch 15 ergibt. Bei einiger Übung wird man diese Transformation so schnell auszuführen im Stande sein, als man überhaupt Zahlen anzuschreiben vermag. Ich werde hier ein Beispiel ansetzen und die im Kopfe auszuführenden Rechnungen der Übersichtlichkeit wegen ebenfalls anschreiben. Es sei zu verwandeln:

$$350^{\circ} 48' 33''78;$$

man hat:

$$\begin{array}{rcl} 350^{\circ} : 15 & = & 23^h + 5 \times 4 \text{ Zeitminuten} \\ 48' : 15 & = & + 3^m + 3 \times 4 \text{ Zeitsekunden} \\ 33''78 : 15 & = & + 2^s 252 \\ & & \hline & & 23^h 23^m 14^s 252. \end{array}$$

Aus dem eben mitgetheilten Verfahren wird sich leicht das inverse ableiten lassen, um eine in Zeitmass angesetzte Rectascension in Bogenmass zu verwandeln. Man verwandelt die Stunden durch die Multiplication mit 15 in Grade und sieht nach, wie viel mal die vorgelegten Zeitminuten durch 4 theilbar sind; das Resultat addirt man mit Ausserachtlassung des Restes zu den bereits gefundenen Graden und setzt die Summe als Grade an; den in den Bogenminuten erhaltenen Rest (der niemals grösser als 3 sein kann) multiplicirt man mit 15 und addirt hierzu die Zahl, welche die Division der vorgelegten Zeitsekunden durch 4 ohne Rücksicht auf den Rest ergibt, die Summe sind die anzusetzenden Bogenminuten. Den bei der Division der Zeitsekunden mit 4 erhaltenen Rest verwandelt man durch Multiplication mit 15 in Bogensekunden. Es sei zu verwandeln:

$$23^h 23^m 14^s 252;$$

man hat:

$$\begin{array}{rcl} 23^h \times 15 & = & 345^{\circ} \\ 23^m : 4 & = & 5^{\circ} + 3 \times 15 \text{ Bogenminuten} \\ 14^s 252 : 4 & = & 3' + (2^s 252) \times 15 \text{ Bogensekunden} \\ & & \hline & & 350^{\circ} 48' 33''78. \end{array}$$

Die zweite polare Äquatorealcoordinate ist die Abweichung oder Declination; diese wird in der Richtung vom Äquator zu den Polen gezählt und zwar positiv in der nördlichen, negativ in der südlichen Hemisphäre. Es ist also, wenn man mit  $\delta$  die Declination bezeichnet, stets  $\delta \leq \pm 90^{\circ}$ . Bisweilen zählt man diese zweite Coordinate von dem Nordpole über den Äquator zum Südpole hin bis  $180^{\circ}$  und nennt dieselbe dann die Nordpolardistanz; man kann aber auch als Ausgangspunkt der Zähl-

lung den Südpol wählen und erhält so die Südpolardistanz. Die Relationen zwischen diesen verschiedenen Zählweisen sind demnach, wenn man mit  $\pi_n$  die Nordpolardistanz und mit  $\pi_s$  die Südpolardistanz bezeichnet:

$$\begin{aligned}\delta &= 90^\circ - \pi_n = \pi_s - 90^\circ \\ \pi_n &= 90^\circ - \delta = 180^\circ - \pi_s \\ \pi_s &= 90^\circ + \delta = 180^\circ - \pi_n.\end{aligned}$$

Für die analytische Behandlung ist aber oft die Einführung der rechtwinkligen Coordinaten statt der polaren vorzuziehen; bezeichnet man mit  $\varrho$  den Radius der Himmelskugel, so wird:

$$\begin{aligned}x' &= \varrho \cos \delta \cos \alpha \\ y' &= \varrho \cos \delta \sin \alpha \\ z' &= \varrho \sin \delta.\end{aligned}$$

Man sieht aus diesen Gleichungen sofort, dass die positive X-Achse durch den Frühjahrspunkt gelegt ist, die positive Y-Achse die Himmelskugel in der Rectascension  $90^\circ = 6^h$  trifft und die positive Z-Achse durch den Nordpol geht.

In dem Coordinatensysteme der Ekliptik wird die der Rectascension analoge Coordinate Länge  $\lambda$  genannt und im Sinne der Bewegungsrichtung der Erde vom Frühjahrs-Tag- und Nachtgleichenpunkte aus gezählt; die in diesem Coordinatensysteme der Declination in Zählweise völlig analoge Coordinate ist die Breite  $\beta$ ; für die rechtwinkligen Coordinaten ist wieder:

$$\begin{aligned}x &= \varrho \cos \beta \cos \lambda \\ y &= \varrho \cos \beta \sin \lambda \\ z &= \varrho \sin \beta,\end{aligned}$$

woraus sofort die Lage der Coordinatenachsen erkannt wird.

Ausser den bisher hervorgehobenen Systemen kommen noch zwei weitere in Betracht, die vom Standorte des Beobachters abhängig sind. Das eine (Azimuth und Höhe), welches bei den geodätischen Bestimmungen von Wichtigkeit ist, kann als unwesentlich für das vorliegende Werk von der Betrachtung ausgeschlossen werden; das andere (Stundenwinkel und Declination) ist aber bei der Berechnung der Parallaxe sehr wichtig; das Coordinatensystem des Stundenwinkels ist fast völlig identisch mit dem des Äquators, nur bezüglich des Ausgangspunktes und der Zählungsrichtung der einen Coordinate unterscheiden sie sich von einander. Die Declination  $\delta$  ist beiden Systemen gemeinsam, die andere Coordinate aber zählt man vom Meridiane des Beobachtungsortes aus in der der Rectascensionszunahme entgegengesetzten Richtung, also im Sinne der scheinbaren täglichen Bewegung der Himmelskugel und nennt diese Coordinate den Stundenwinkel  $t$ . Der Stundenwinkel des Frühjahrspunktes wird Sternzeit  $\theta$  genannt. Es ist also:

$$\begin{aligned}\theta - t &= \alpha \\ t &= \theta - \alpha;\end{aligned}$$

für die rechtwinkligen Coordinaten ist wieder:

$$\begin{aligned}x'' &= \varrho \cos \delta \cos t \\ y'' &= \varrho \cos \delta \sin t \\ z'' &= \varrho \sin \delta;\end{aligned}$$



die positive X-Achse trifft die Himmelskugel in dem sichtbaren (über dem Horizonte befindlichen) Durchschnittspunkte des Meridians und Äquators, die positive Y-Achse ist gegen den Westpunkt gerichtet, die positive Z-Achse gegen den Nordpol.

## 2. Transformation der Coordinaten.

a. Der Anfangspunkt der Coordinaten bleibt unverändert.

Die bislang betrachteten Coordinatensysteme haben einen gemeinschaftlichen Anfangspunkt. Es sollen nun die Relationen ermittelt werden, welche zwischen den verschiedenen Coordinatensystemen bestehen; hierbei bietet sich zur Betrachtung hauptsächlich die Transformation der Äquatorcoordinaten in ekliptikale und umgekehrt dar; das Wenige, was über die Beziehungen des Stundenwinkels zur Rectascension zu sagen nöthig ist, wurde schon im vorausgehenden Kapitel (pag. 6) erledigt. Die zuerst bemerkte Transformation kommt bei Bahnbestimmungen sehr häufig vor, da die Beobachtungen mit seltenen Ausnahmen fast stets auf den Äquator als Fundamentalebene bezogen sind, während bei ersten Bahnbestimmungen die Wahl der Ekliptikalkoordinaten viele Vortheile gewährt. Bei diesen Transformationen kommen jedoch zwei wesentlich verschiedene Aufgaben in Betracht; es ist entweder die Lage eines grössten Kreises (Ebene), die für das eine System bekannt ist, auf das andere zu beziehen, oder es sind die Coordinaten eines Punktes zu transformiren. Ich werde zunächst die erstere Aufgabe behandeln.

Die Lage zweier grösster Kreise gegen einander wird, sobald der eine zu einer Fundamentalebene gehört, gewöhnlich durch zwei Angaben bestimmt: durch den Abstand eines ihrer beiden Durchschnittspunkte (Knoten) vom Anfangspunkte der Zählung und durch die gegenseitige Neigung  $i$ ; um aber hierbei Alles unzweideutig bestimmen zu können, muss man gewisse Regeln festhalten. Vorerst hat man, weil sich zwei grösste Kreise stets in zwei um  $180^\circ$  von einander entfernten Punkten schneiden, zwei Knoten; da der vorliegende grösste Kreis in den hier in Betracht kommenden Fällen fast stets der Bahnebene eines Himmelskörpers entspricht, so ist derjenige Knoten als der aufsteigende zu bezeichnen, in welchem der in der Bewegungsrichtung des Himmelskörpers gezogene grösste Kreis, um aus der südlichen in die nördliche Hemisphäre zu gelangen, die Fundamentalebene schneidet; der andere Knoten, in dem der Himmelskörper aus der nördlichen Hemisphäre in die südliche tritt, ist der niedersteigende. In der Knotenlinie liegt nach den gemachten Annahmen der Sonnenmittelpunkt und zerfällt diese in zwei Theile; der eine, welcher den aufsteigenden Knoten enthält, bildet mit der nach dem Frühjahrsunkte gezogenen Linie einen Winkel, der in der Richtung der Längen gezählt, als Länge des aufsteigenden Knotens bezeichnet und durch das Symbol  $\Omega$  dargestellt wird. Für die in ähnlicher Weise zu definirende Länge des absteigenden Knoten wählt man das Symbol  $\oslash$ . Als Neigung wird man denjenigen Winkel bezeichnen, welchen die beiden grössten Kreise, in der Richtung der Zählung und Bewegung gezogen gedacht, beim aufsteigenden Knoten einschliessen; die Neigung ist sonach innerhalb der Grenzen  $0^\circ$  und  $180^\circ$  eingeschlossen. Bei Kometen zählt

man häufig genug, aber sehr unzweckmässig, die Neigung nur bis  $90^\circ$  und bezeichnet ähnlich wie früher denjenigen Knoten als den aufsteigenden, von welchem aus der grösste Kreis (Bahnebene), in der Richtung der Bewegung des Himmelskörpers gezogen gedacht, aus der südlichen in die nördliche Hemisphäre ansteigt; ist diese Richtung mit der Bewegungsrichtung der Erde gleichsinnig (nehmen die heliocentrischen Längen zu), so bezeichnet man dies durch den Beisatz: die Bewegung ist direct; ist dieselbe aber entgegengesetzt (nehmen die heliocentrischen Längen ab) so bezeichnet man die Bewegung des Kometen als retrograd. In ersterem Falle wird die Neigung wie früher gezählt, in letzterem aber setzt man als Neigung denjenigen Winkel an, welchen beim aufsteigenden Knoten der in der Bewegungsrichtung des Kometen gezogen gedachte, die Bahnlage bestimmende grösste Kreis mit demjenigen der Fundamentalebene, letzteren in der zur Zählung umgekehrten Richtung gezogen gedacht, bildet, also das Supplement der Neigung. In der Folge werde ich, wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil bemerkt ist, unter Neigung stets die zuerst definirte Grösse verstehen. Diese Zählweise wurde von Gauss vorgeschlagen und sollte als die einzig richtige allgemein in Anwendung gebracht werden.

An diese Betrachtungen schliesst sich unmittelbar die Erklärung eines weiteren Elementes, welches bei Bahnbestimmungen auftritt und von der Wahl der Fundamentalebene theilweise abhängig ist. Durch den Knoten und die Neigung ist zwar die Bahnebene ihrer Lage nach bestimmt, doch die Bahn des Himmelskörpers kann als solche innerhalb dieser Ebene beliebig gedreht erscheinen; um nun auch in dieser Beziehung Alles unzweideutig bestimmen zu können, nimmt man einen ganz bestimmten Punkt in der Bahn heraus, dessen Lage in dem grössten Kreise der Bahnebene durch den Abstand vom aufsteigenden Knoten fixirt wird; hierzu wählt man denjenigen Punkt des grössten Kreises, in welchem sich der Himmelskörper, von der Sonne aus gesehen, dann befindet, wenn er dieser am nächsten ist und pflegt in solchen Fällen zu sagen, dass er im Perihel sei. Der Abstand dieses Punktes vom aufsteigenden Knoten, in der Bewegungsrichtung des Himmelskörpers gezählt, wird dann der Abstand des Perihels vom Knoten  $\omega$  und die Summe der Bögen:

$$\omega + \Omega = \pi,$$

die Länge des Perihels genannt. Die ältere Zählweise, in welcher zwischen directer und retrograder Bewegung unterschieden wird, bezeichnet den zwischen dem Perihel und dem aufsteigenden Knoten eingeschlossenen und in der Bewegungsrichtung der Erde gezählten Bogen als Abstand des Perihels vom Knoten und wieder die Summe dieses Bogens und der Länge des aufsteigenden Knotens als Länge des Perihels. Es ist also, wenn man die nach der älteren Zählweise angesetzten Elemente mit dem Index 0 versieht:

$$\left. \begin{array}{l} i = 180^\circ - i_0 \quad \omega = 360^\circ - \omega_0 = -\omega_0 \\ \Omega = \Omega_0 \quad \pi = 2\Omega_0 - \pi_0, \\ \text{oder umgekehrt:} \\ i_0 = 180^\circ - i \quad \omega_0 = 360^\circ - \omega = -\omega \\ \Omega_0 = \Omega \quad \pi_0 = 2\Omega - \pi. \end{array} \right\} 1)$$

Zur Erläuterung will ich die nach der Gauss'schen Zählweise angesetzten Elemente des Kometen III 1862 nach den obigen Vorschriften umsetzen; man wird finden:

| Gauss'sche Zählweise.               | Ältere Zählweise.                     |                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| $\pi = 290^{\circ} 12' 47'' 84$     | $\pi_0 = 344^{\circ} 41' 32'' 20$     | } Bew. retrograd. |
| $\Omega = 137 \quad 27 \quad 10.02$ | $\Omega_0 = 137 \quad 27 \quad 10.02$ |                   |
| $i = 113 \quad 34 \quad 12.24$      | $i_0 = 66 \quad 25 \quad 47.76$       |                   |
| $\omega = 152 \quad 45 \quad 37.82$ | $\omega_0 = 207 \quad 14 \quad 22.18$ |                   |

### *α. Transformation der Bahnlage.*

Es seien  $i$ ,  $\Omega$  und  $\omega$  in Bezug auf die Ekliptik gegeben; man habe die analogen Grössen in Beziehung auf den Äquator,  $i'$ ,  $\Omega'$  und  $\omega'$ , zu suchen. Betrachtet man das sphärische Dreieck zwischen Äquator, Ekliptik und der Bahn und bezeichnet mit  $\epsilon$  die Schiefe der Ekliptik, mit  $\sigma$  die dem Winkel  $\epsilon$  gegenüberliegende Seite, so ergeben sofort die Gauss'schen Gleichungen zur geforderten Transformation:

$$\left. \begin{aligned} \cos \frac{1}{2} i' \sin \frac{1}{2} (\Omega' + \sigma) &= \cos \frac{1}{2} (i - \epsilon) \sin \frac{1}{2} \Omega \\ \cos \frac{1}{2} i' \cos \frac{1}{2} (\Omega' + \sigma) &= \cos \frac{1}{2} (i + \epsilon) \cos \frac{1}{2} \Omega \\ \sin \frac{1}{2} i' \sin \frac{1}{2} (\Omega' - \sigma) &= \sin \frac{1}{2} (i - \epsilon) \sin \frac{1}{2} \Omega \\ \sin \frac{1}{2} i' \cos \frac{1}{2} (\Omega' - \sigma) &= \sin \frac{1}{2} (i + \epsilon) \cos \frac{1}{2} \Omega. \end{aligned} \right\} 2)$$

Der Abstand des Perihels vom Knoten wird transformirt nach:

$$\omega' = \omega + \sigma$$

und es ist weiter:

$$\pi' = \omega' + \Omega'.$$

Man kann aber auch andere Formeln aufstellen, die, wenn eine Controle wünschenswerth erscheint, sich zu einer solchen eignen. Aus demselben sphärischen Dreiecke findet sich nämlich leicht:

$$\begin{aligned} \sin i' \cos \Omega' &= \sin \epsilon \cos i + \cos \epsilon \sin i \cos \Omega \\ \sin i' \sin \Omega' &= \sin i \sin \Omega \\ \cos i' &= \cos \epsilon \cos i - \sin \epsilon \sin i \cos \Omega \\ \sin i' \cos \sigma &= \cos \epsilon \sin i + \sin \epsilon \cos i \cos \Omega \\ \sin i' \sin \sigma &= \sin \epsilon \sin \Omega. \end{aligned}$$

Setzt man also, um die eben aufgestellten Formeln für die logarithmische Rechnung bequem zu gestalten:

$$\left. \begin{aligned} \sin a \sin A &= \sin i \cos \Omega \\ \sin a \cos A &= \cos i \\ \sin b \sin B &= \sin i \\ \sin b \cos B &= \cos i \cos \Omega, \end{aligned} \right\} 3)$$

in welchen Formeln es gestattet sein wird, sowohl  $\sin a$  als auch  $\sin b$  positiv anzunehmen, so wird:

$$\left. \begin{aligned} \sin i' \sin \Omega' &= \sin i \sin \Omega \\ \sin i' \cos \Omega' &= \sin a \sin (A + \epsilon) \\ \sin i' \sin \sigma &= \sin \epsilon \sin \Omega \\ \sin i' \cos \sigma &= \sin b \sin (B + \epsilon) \\ \cos i' &= \sin a \cos (A + \epsilon) \\ \omega' &= \omega + \sigma \\ \pi' &= \omega' + \Omega'. \end{aligned} \right\} 4)$$

Ein Zweifel, in welchen Quadranten die Winkel anzunehmen seien, kann weder im ersteren noch im letzteren Rechnungsschema entstehen, da  $i'$  stets kleiner als  $180^\circ$  ist; es ist demnach  $\sin \frac{1}{2} i'$ ,  $\cos \frac{1}{2} i'$  und  $\sin i'$  stets positiv.

Um vorstehende Vorschriften durch ein Beispiel zu erläutern, werde ich die oben angesetzten Elemente des Kometen III 1862, die sich auf die Ekliptik beziehen, in äquatoreale umwandeln; die anzuwendende Schiefe der Ekliptik ist  $\varepsilon = 23^\circ 27' 26''_{12}$ . Ich werde zu der Transformation zuerst die Gauss'schen Gleichungen benützen: die Rechnung stellt sich dann, wie folgt:

|                                         |                           |                                                           |                             |
|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| $\frac{1}{2} i$                         | 56° 47' 6'' <sub>12</sub> | $\cos \frac{1}{2} i' \sin \frac{1}{2} (\Omega' + \sigma)$ | 9.818 4069                  |
| $\frac{1}{2} \varepsilon$               | 11 43 43.06               | $\sin$ oder $\cos \frac{1}{2} (\Omega' + \sigma)$         | 9.991 3254                  |
| $\frac{1}{2} (i - \varepsilon)$         | 45 3 23.06                | $\cos \frac{1}{2} i' \cos \frac{1}{2} (\Omega' + \sigma)$ | 9.123 5061                  |
| $\frac{1}{2} (i + \varepsilon)$         | 68 30 49.18               | $\frac{1}{2} (\Omega' + \sigma)$                          | 78° 35' 10'' <sub>97</sub>  |
| $\frac{1}{2} \Omega$                    | 68 43 35.01               | $\sin \frac{1}{2} i' \sin \frac{1}{2} (\Omega' - \sigma)$ | 9.819 2620                  |
| $\cos \frac{1}{2} (i - \varepsilon)$    | 9.849 0570                | $\sin$ oder $\cos \frac{1}{2} (\Omega' - \sigma)$         | 9.949 4704                  |
| $\sin \frac{1}{2} \Omega$               | 9.969 3499                | $\sin \frac{1}{2} i' \cos \frac{1}{2} (\Omega' - \sigma)$ | 9.528 4123                  |
| $\sin \frac{1}{2} (i - \varepsilon)$    | 9.849 9121                | $\frac{1}{2} (\Omega' - \sigma)$                          | 62° 53' 38'' <sub>25</sub>  |
| $\cos \frac{1}{2} (i + \varepsilon)$    | 9.563 8125                | $\sigma$                                                  | 15° 41' 32'' <sub>72</sub>  |
| $\cos \frac{1}{2} \Omega$               | 9.559 6936                | $\omega$                                                  | 152 45 37.82                |
| $\sin \frac{1}{2} (i + \varepsilon)$    | 9.968 7187                | $\Omega'$                                                 | 141° 28' 49'' <sub>22</sub> |
| $\sin \frac{1}{2} i'$                   | 9.869 7916                | $i'$                                                      | 95 37 32.20                 |
| $\cos \frac{1}{2} i'$                   | 9.827 0815                | $\omega'$                                                 | 168 27 10.54                |
| $\frac{1}{2} i' 47^\circ 48' 46''_{10}$ |                           | $\pi'$                                                    | 309 55 59.76.               |

Zur theilweisen Prüfung der Richtigkeit dieser Berechnung kann nachgesehen werden, ob die für  $\sin \frac{1}{2} i'$  und  $\cos \frac{1}{2} i'$  gefundenen Werthe zu demselben Winkel gehören.

Will man die zweite Gruppe der oben angeführten Formeln zur Verwandlung benützen, so wird man finden:

|                      |                             |                            |                            |
|----------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| $\sin \varepsilon$   | 9.599 9538                  | $\cos (A + \varepsilon)$   | 9.096 6059                 |
| $\sin \Omega$        | 9.830 0736                  | $\sin a$                   | 9.894 7438                 |
| $\sin i$             | 9.962 1664                  | $\sin (A + \varepsilon)$   | 9.996 5851                 |
| $\cos \Omega$        | 9.867 3026                  | $\sin i' \cos \Omega'$     | 9.891 3289                 |
| $\cos i$             | 9.601 9191                  | $\sin$ oder $\cos \Omega'$ | 9.893 4258                 |
| $\sin$ oder $\cos A$ | 9.934 7252                  | $\sin i' \sin \Omega'$     | 9.792 2400                 |
| $\sin a \sin A$      | 9.829 4690                  | $\sin i'$                  | 9.997 9031                 |
| $A$                  | 239° 22' 1'' <sub>35</sub>  | $\sin (B + \varepsilon)$   | 9.997 8928                 |
| $(A + \varepsilon)$  | 262 49 27.47                | $\sin b$                   | 9.983 5137                 |
| $\sin b \cos B$      | 9.469 2217                  | $\sin i' \cos \sigma$      | 9.981 4065                 |
| $\sin$ oder $\cos B$ | 9.978 6527                  | $\sin$ oder $\cos \sigma$  | 9.983 5034                 |
| $B$                  | 72° 10' 56'' <sub>04</sub>  | $\sin i' \sin \sigma$      | 9.430 0274                 |
| $(B + \varepsilon)$  | 95 38 22.16                 | $\sigma$                   | 15° 41' 32'' <sub>74</sub> |
| $\Omega'$            | 141° 28' 49'' <sub>21</sub> | $\omega$                   | 152 45 37.82               |
| $i'$                 | 95 37 32.24                 | $\sin i'$                  | 9.997 9031                 |
| $\omega'$            | 168 27 10.56                | $\cos i'$                  | 8.991 3497.                |
| $\pi'$               | 309 55 59.77                |                            |                            |

Für die Lösung der umgekehrten Aufgabe, nämlich die Ermittlung der Eklip-  
tikalelemente aus den äquatorealen, werden sich ganz ähnliche Hilfsmittel finden  
lassen. Das sphärische Dreieck zwischen der Ekliptik, dem Äquator und der Bahn  
wird geben:

$$\left. \begin{aligned} \sin \frac{1}{2} i \sin \frac{1}{2} (\Omega + \sigma) &= \sin \frac{1}{2} (i' + \varepsilon) \sin \frac{1}{2} \Omega' \\ \sin \frac{1}{2} i \cos \frac{1}{2} (\Omega + \sigma) &= \sin \frac{1}{2} (i' - \varepsilon) \cos \frac{1}{2} \Omega' \\ \cos \frac{1}{2} i \sin \frac{1}{2} (\Omega - \sigma) &= \cos \frac{1}{2} (i' + \varepsilon) \sin \frac{1}{2} \Omega' \\ \cos \frac{1}{2} i \cos \frac{1}{2} (\Omega - \sigma) &= \cos \frac{1}{2} (i' - \varepsilon) \cos \frac{1}{2} \Omega' \end{aligned} \right\} 5)$$

und es ist, ganz ähnlich wie früher:

$$\begin{aligned} \omega &= \omega' - \sigma \\ \pi &= \omega + \Omega. \end{aligned}$$

Will man die Einführung der halben Winkel umgehen, so wird man setzen:

$$\left. \begin{aligned} \sin a' \sin A' &= \sin i' \cos \Omega' \\ \sin a' \cos A' &= \cos i' \\ \sin b' \sin B' &= \sin i' \\ \sin b' \cos B' &= \cos i' \cos \Omega' \\ \sin i \sin \Omega &= \sin i' \sin \Omega' \\ \sin i \cos \Omega &= \sin a' \sin (A' - \varepsilon) \\ \sin i \sin \sigma &= \sin \varepsilon \sin \Omega' \\ \sin i \cos \sigma &= \sin b' \sin (B' - \varepsilon) \\ \cos i &= \sin a' \cos (A' - \varepsilon) \\ \omega &= \omega' - \sigma; \quad \pi = \omega + \Omega. \end{aligned} \right\} 6)$$

Zur Erläuterung der eben angesetzten Formeln nehme ich das oben gewählte Bei-  
spiel vom Kometen III 1862 wieder vor. Die äquatorealen Elemente, im Mittel aus  
den Resultaten der beiden oben vorgeführten Methoden, sind:

$$\begin{aligned} \Omega' &= 141^\circ 28' 49'' 21 & \pi' &= 309^\circ 55' 59'' 76 \\ i' &= 95 \quad 37 \quad 32 \cdot 22 & \omega' &= 168 \quad 27 \quad 10 \cdot 55 \end{aligned}$$

Mit dem bereits angeführten Werthe für die Schiefe der Ekliptik wird sich nach 5)  
finden:

|                                       |                |                                                         |                 |
|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------|-----------------|
| $\frac{1}{2} i'$                      | 47° 48' 46" 11 | $\sin \frac{1}{2} i \sin \frac{1}{2} (\Omega + \sigma)$ | 9·910 4922      |
| $\frac{1}{2} \varepsilon$             | 11 43 43·06    | $\sin \text{ oder } \cos \frac{1}{2} (\Omega + \sigma)$ | 9·987 9633      |
| $\frac{1}{2} (i' + \varepsilon)$      | 59 32 29·17    | $\sin \frac{1}{2} i \cos \frac{1}{2} (\Omega + \sigma)$ | 9·288 4155      |
| $\frac{1}{2} (i' - \varepsilon)$      | 36 5 3·05      | $\frac{1}{2} (\Omega + \sigma)$                         | 76° 34' 21" 37  |
| $\frac{1}{2} \Omega'$                 | 70 44 24·61    | $\cos \frac{1}{2} i \sin \frac{1}{2} (\Omega - \sigma)$ | 9·679 9222      |
| $\sin \frac{1}{2} (i' + \varepsilon)$ | 9·935 5053     | $\sin \text{ oder } \cos \frac{1}{2} (\Omega - \sigma)$ | 9·941 3146      |
| $\sin \frac{1}{2} \Omega'$            | 9·974 9869     | $\cos \frac{1}{2} i \cos \frac{1}{2} (\Omega - \sigma)$ | 9·425 8132      |
| $\cos \frac{1}{2} (i' + \varepsilon)$ | 9·704 9353     | $\frac{1}{2} (\Omega - \sigma)$                         | 60° 52' 48" 67  |
| $\sin \frac{1}{2} (i' - \varepsilon)$ | 9·770 0956     | $\sigma$                                                | 15° 41' 32" 70  |
| $\cos \frac{1}{2} \Omega'$            | 9·518 3199     | $\omega'$                                               | 168 27 10·55    |
| $\cos \frac{1}{2} (i' - \varepsilon)$ | 9·907 4933     | $\Omega$                                                | 137° 27' 10" 04 |
| $\sin \frac{1}{2} i$                  | 9·922 5289     | $i$                                                     | 113 34 12·24    |
| $\cos \frac{1}{2} i$                  | 9·738 6076     | $\omega$                                                | 152 45 37·85    |
| $\frac{1}{2} i$                       | 56° 47' 6" 12  | $\pi$                                                   | 290 12 47·89.   |

Nach dem zweiten Formelschema 6) stellt sich die Berechnung so:

|                   |                         |                         |                          |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| sin $\epsilon$    | 9 599 9538              | cos ( $A' - \epsilon$ ) | 9 <sub>n</sub> 707 1752  |
| sin $\Omega'$     | 9·794 3369              | sin $a'$                | 9·894 7439               |
| sin $i'$          | 9·997 9032              | sin ( $A' - \epsilon$ ) | 9 <sub>n</sub> 934 7252  |
| cos $\Omega'$     | 9 <sub>n</sub> 893 4258 | sin $i$ cos $\Omega$    | 9 <sub>n</sub> 829 4691  |
| cos $i'$          | 8 <sub>n</sub> 991 3495 | sin oder cos $\Omega$   | 9 <sub>n</sub> 867 3026  |
| sin oder cos $A'$ | 9 <sub>n</sub> 996 5851 | sin $i$ sin $\Omega$    | 9·792 2401               |
| sin $a' \sin A'$  | 9 <sub>n</sub> 891 3290 | sin $i$                 | 9·962 1665               |
| $A'$              | 262° 49' 27"49          | sin ( $B' - \epsilon$ ) | 9·946 4807               |
| $(A' - \epsilon)$ | 239 22 1·37             | sin $b'$                | 9·999 1891               |
| sin $b' \cos B'$  | 8·884 7753              | sin $i \cos \sigma$     | 9·945 6698               |
| sin oder cos $B'$ | 9·998 7141              | sin oder cos $\sigma$   | 9·983 5034               |
| $B'$              | 85° 35' 35"02           | sin $i \sin \sigma$     | 9·394 2907               |
| $(B' - \epsilon)$ | 62 8 8·90               | $\sigma$                | 15° 41' 32"74            |
| $\Omega$          | 137° 27' 10"00          | $\omega'$               | 168 27 10·55             |
| $i$               | 113 34 12·26            | sin $i$                 | 9·962 1664               |
| $\omega$          | 152 45 37·81            | cos $i$                 | 9 <sub>n</sub> 601 9191. |
| $\pi$             | 290 12 47·81            |                         |                          |

*$\beta$ . Transformation der ekliptikalen Coordinaten in äquatoriale und umgekehrt.*

Hat man die Coordinaten eines Punktes zu transformiren und bezeichnet die rechtwinkligen Ekliptikalcoordinaten mit  $x' y' z'$ , so wird sein:

$$\left. \begin{aligned} x' &= x \\ y' &= y \cos \epsilon - z \sin \epsilon \\ z' &= y \sin \epsilon + z \cos \epsilon. \end{aligned} \right\} 7)$$

Die Richtigkeit dieser Relationen leuchtet sofort ein, wenn man bedenkt, dass das Coordinatensystem der Ekliptik aus dem des Äquators dadurch entsteht, dass man, die X-Achse als Drehungsachse angenommen, das Coordinatensystem des Äquators um den Winkel  $\epsilon$  (Schiefe der Ekliptik) dreht. Für den umgekehrten Fall wird man leicht aus dem Obigen finden:

$$\begin{aligned} x &= x' \\ y &= y' \cos \epsilon + z' \sin \epsilon \\ z &= -y' \sin \epsilon + z' \cos \epsilon. \end{aligned}$$

Die eben aufgestellten Formeln werden auch zur Transformation der polaren Coordinaten dienen können. Setzt man statt der rechtwinkligen Coordinaten nach den im vorausgehenden Kapitel (pag. 6) erhaltenen Relationen die polaren ein, so wird sich, nachdem man durchaus mit  $\varrho$  dividirt hat, nach den ersteren Formeln finden:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha \cos \delta &= \cos \lambda \cos \beta \\ \sin \alpha \cos \delta &= \sin \lambda \cos \beta \cos \epsilon - \sin \beta \sin \epsilon \\ \sin \delta &= \sin \lambda \cos \beta \sin \epsilon + \sin \beta \cos \epsilon. \end{aligned} \right\} 8a)$$

Die letzteren Formeln geben für den inversen Fall:

$$\left. \begin{aligned} \cos \lambda \cos \beta &= \cos \alpha \cos \delta \\ \sin \lambda \cos \beta &= \sin \alpha \cos \delta \cos \epsilon + \sin \delta \sin \epsilon \\ \sin \beta &= -\sin \alpha \cos \delta \sin \epsilon + \sin \delta \cos \epsilon. \end{aligned} \right\} 8b)$$

Wendet man Additions- und Subtractionslogarithmen an, so kann man, ohne Hilfswinkel zu benützen, die Transformation in der unveränderten Form durchführen; ein Zweifel, in welchen Quadranten die Winkel zu nehmen sind, kann, da  $\cos \delta$  beziehungsweise  $\cos \beta$  immer positiv sein muss, nicht entstehen.

Durch die Einführung von Hilfswinkeln können die Formeln 8a) in folgender Weise für die gewöhnliche logarithmische Rechnung umgestaltet werden:

$$\left. \begin{aligned} m \sin M &= \sin \beta \\ m \cos M &= \sin \lambda \cos \beta \\ \sin \alpha \cos \delta &= m \cos (M + \epsilon) \\ \cos \alpha \cos \delta &= \cos \lambda \cos \beta \\ \sin \delta &= m \sin (M + \epsilon). \end{aligned} \right\} 9)$$

Diese Formeln werden stets mit Sicherheit angewendet werden können. Um die Richtigkeit der Rechnung zu prüfen, kann man entweder die Formeln 8a) unter Anwendung von Additions- und Subtractionslogarithmen oder, was noch zweckmässiger ist, die von Tietjen im Berliner astr. Jahrbuche für 1879 vorgeschlagenen Prüfungsgleichungen benützen. Multiplicirt man nämlich die erste Gleichung in 8b) mit  $-\sin \alpha$ , die zweite mit  $\cos \alpha$  und addirt, so wird:

$$\begin{aligned} \cos \beta \sin (\lambda - \alpha) &= -2 \cos \alpha \sin \alpha \cos \delta \sin \frac{1}{2} \epsilon^2 + \cos \alpha \sin \delta \sin \epsilon \\ &= 2 \sin \frac{1}{2} \epsilon \cos \alpha m \sin (M + \frac{1}{2} \epsilon). \end{aligned}$$

Da  $(\lambda - \alpha)$  in der Regel ein mässiger Bogen sein wird, so genügt die eben entwickelte Form dem praktischen Bedürfnisse. Subtrahirt man von der dritten Gleichung in 8a) die dritte in 8b) so findet sich:

$$(\sin \delta - \sin \beta)(1 + \cos \epsilon) = m \sin \epsilon \{ \cos M + \cos (M + \epsilon) \},$$

oder, wenn man von den bekannten trigonometrischen Transformationsformeln Gebrauch macht:

$$\sin \frac{1}{2} (\delta - \beta) = \sec \frac{1}{2} (\delta + \beta) m \sin \frac{1}{2} \epsilon \cos (M + \frac{1}{2} \epsilon).$$

Die Prüfungsgleichungen sind demnach:

$$\left. \begin{aligned} \sin (\lambda - \alpha) &= 2 \cos \alpha \sec \beta m \sin \frac{1}{2} \epsilon \sin (M + \frac{1}{2} \epsilon) \\ \sin \frac{1}{2} (\delta - \beta) &= \sec \frac{1}{2} (\delta + \beta) m \sin \frac{1}{2} \epsilon \cos (M + \frac{1}{2} \epsilon). \end{aligned} \right\} 10)$$

Um die Anwendung dieser Formeln zu erläutern, soll hier ein Beispiel vollständig durchgeführt werden. Es sei gegeben:

$$\lambda = 258^\circ 58' 31''03, \quad \beta = +12^\circ 48' 18''08, \quad \epsilon = 23^\circ 27' 22''99,$$

dann stellt sich die Rechnung nach 9) wie folgt:

|                                 |                 |                                 |            |
|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|------------|
| $\cos \lambda$                  | 9,281 5615      | $\sin (M + \epsilon)$           | 9,257 2971 |
| $\cos \beta$                    | 9,989 0625      | $m$                             | 9,992 3146 |
| $\sin \lambda$                  | 9,991 9101      | $\cos (M + \epsilon)$           | 9,992 7798 |
| $\sin \beta = m \sin M$         | 9,345 6363      | $\sin \alpha \cos \delta$       | 9,985 0944 |
| $\sin$ oder $\cos M$            | 9,988 6580      | $\sin$ oder $\cos \alpha$       | 9,992 0595 |
| $m \cos M$                      | 9,980 9726      | $\cos \alpha \cos \delta$       | 9,270 6240 |
| $M$                             | 166° 57' 44" 53 | $\sin \delta$                   | 9,249 6117 |
| $M + \epsilon$                  | 190 25 7.52     | $\cos \delta$                   | 9,993 0349 |
| $\alpha = 259^\circ 4' 36'' 86$ |                 | $\delta = -10^\circ 14' 2'' 46$ |            |

Die Prüfungsrechnung nach 10) ergibt:

|                                   |                                                               |                                                               |                  |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------|
| $\frac{1}{2} \epsilon$            | 11° 43' 41" 495                                               | $\cos \alpha$                                                 | 9,277 5892       |
| $M + \frac{1}{2} \epsilon$        | 178 41 26.025                                                 | $2 \cos \alpha$                                               | 9,578 6192       |
| $\sin \frac{1}{2} \epsilon$       | 9,308 0714                                                    | $m \sin \frac{1}{2} \epsilon \sin (M + \frac{1}{2} \epsilon)$ | 7,659 3103       |
| $\sin (M + \frac{1}{2} \epsilon)$ | 8,358 9243                                                    | $\sec \beta$                                                  | 0,010 9375       |
| $m \sin \frac{1}{2} \epsilon$     | 9,300 3860                                                    | $\sin (\lambda - \alpha)$                                     | 7,248 8670       |
| $\cos (M + \frac{1}{2} \epsilon)$ | 9,999 8866                                                    | $(\lambda - \alpha)$ Probe                                    | - 0° 6' 5" 84    |
| $\frac{1}{2} (\delta + \beta)$    | 1° 17' 7" 82                                                  | $(\lambda - \alpha)$ directe Rechnng                          | - 0 6 5.83       |
|                                   | $\sec \frac{1}{2} (\delta + \beta)$                           |                                                               | 0,000 1093       |
|                                   | $m \sin \frac{1}{2} \epsilon \cos (M + \frac{1}{2} \epsilon)$ |                                                               | 9,300 2726       |
|                                   | $\frac{1}{2} (\delta - \beta)$                                |                                                               | - 11° 31' 10" 27 |
|                                   | $(\delta - \beta)$ Probe                                      |                                                               | - 23° 2' 20" 54  |
|                                   | $(\delta - \beta)$ directe Rechnung                           |                                                               | - 23 2 20.54.    |

Die Proben stimmen gut, da aber der aus der Probe resultirende Werth für  $\alpha$  in Bezug auf Genauigkeit den Vorzug verdient, so wird man als Resultat der Verwandlung annehmen:

$$\alpha = 259^\circ 4' 36'' 87, \quad \delta = -10^\circ 14' 2'' 46.$$

Für die viel häufiger nothwendige Verwandlung der Rectascension und Declination in Länge und Breite wird man ganz ähnliche Transformationen benützen und erhalten:

$$\left. \begin{aligned} n \sin N &= \sin \delta \\ n \cos N &= \sin \alpha \cos \delta \\ \sin \lambda \cos \beta &= n \cos (N - \epsilon) \\ \cos \lambda \cos \beta &= \cos \alpha \cos \delta \\ \sin \beta &= n \sin (N - \epsilon). \end{aligned} \right\} \quad 11)$$

Zur Probe:  $\left\{ \begin{aligned} \sin (\lambda - \alpha) &= 2 \cos \alpha \sec \beta n \sin \frac{1}{2} \epsilon \sin (N - \frac{1}{2} \epsilon) \\ \sin \frac{1}{2} (\delta - \beta) &= \sec \frac{1}{2} (\delta + \beta) n \sin \frac{1}{2} \epsilon \cos (N - \frac{1}{2} \epsilon). \end{aligned} \right.$

Als Beispiel der Anwendung dieser Formeln sei gegeben:

$$\alpha = 81^\circ 48' 42'' 4, \quad \delta = 68^\circ 27' 59'' 5, \quad \epsilon = 23^\circ 27' 25'' 53.$$



Die Verwandlung in Länge und Breite nach den Formeln 11) stellt sich demnach in der folgenden Weise:

|                                 |                |                                 |            |
|---------------------------------|----------------|---------------------------------|------------|
| $\cos \alpha$                   | 9.153 5877     | $\sin (N - \varepsilon)$        | 9.851 0645 |
| $\cos \delta$                   | 9.564 7190     | $n$                             | 9.999 4058 |
| $\sin \alpha$                   | 9.995 5498     | $\cos (N - \varepsilon)$        | 9.847 8939 |
| $\sin \delta = n \sin N$        | 9.968 5779     | $\sin \lambda \cos \beta$       | 9.847 2997 |
| $\sin$ oder $\cos N$            | 9.969 1721     | $\sin$ oder $\cos \lambda$      | 9.998 8044 |
| $n \cos N$                      | 9.560 2688     | $\cos \lambda \cos \beta$       | 8.718 3067 |
| $N$                             | 68° 39' 58" 44 | $\sin \beta$                    | 9.850 4703 |
| $N - \varepsilon$               | 45 12 32.91    | $\cos \beta$                    | 9.848 4953 |
| $\lambda = 85^\circ 45' 2'' 00$ |                | $\beta = + 45^\circ 7' 49'' 00$ |            |

Prüfungsrechnung:

|                                      |                                                                     |                                                                     |                |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| $\frac{1}{2} \varepsilon$            | 11° 43' 42" 765                                                     | $\cos \alpha$                                                       | 9.153 5877     |
| $N - \frac{1}{2} \varepsilon$        | 56 56 15.675                                                        | $2 \cos \alpha$                                                     | 9.454 6177     |
| $\sin \frac{1}{2} \varepsilon$       | 9.308 0842                                                          | $n \sin \frac{1}{2} \varepsilon \sin (N - \frac{1}{2} \varepsilon)$ | 9.230 7743     |
| $\sin (N - \frac{1}{2} \varepsilon)$ | 9.923 2843                                                          | $\sec \beta$                                                        | 0.151 5048     |
| $n \sin \frac{1}{2} \varepsilon$     | 9.307 4900                                                          | $\sin (\lambda - \alpha)$                                           | 8.836 8968     |
| $\cos (N - \frac{1}{2} \varepsilon)$ | 9.736 8352                                                          | $(\lambda - \alpha)$ Probe                                          | 3° 56' 19" 60  |
| $\frac{1}{2} (\delta + \beta)$       | 56° 47' 54" 25                                                      | $(\lambda - \alpha)$ directe Rechnung                               | 3 56 19.60     |
|                                      | $\sec \frac{1}{2} (\delta + \beta)$                                 |                                                                     | 0.261 5472     |
|                                      | $n \sin \frac{1}{2} \varepsilon \cos (N - \frac{1}{2} \varepsilon)$ |                                                                     | 9.044 3252     |
|                                      | $\frac{1}{2} (\delta - \beta)$                                      |                                                                     | 11° 40' 5" 25  |
|                                      | $(\delta - \beta)$ Probe                                            |                                                                     | 23° 20' 10" 50 |
|                                      | $(\delta - \beta)$ directe Rechnung                                 |                                                                     | 23 20 10.50    |

Die Prüfungsrechnungen stimmen in diesem Falle vollständig.

### γ. Berechnung der Sonnencoordinaten.

Bei der Berechnung der Ephemeriden der Planeten und Kometen ist die Kenntnis der rechtwinkligen äquatorealen Sonnencoordinaten von Wichtigkeit; man kann dieselben leicht aus der Länge, Breite und Entfernung der Sonne mit Hilfe der früher angesetzten Transformationsformeln ableiten. Ist  $L$ ,  $B$  und  $R$  beziehungsweise die geocentrische Länge, Breite und Entfernung der Sonne, so ist vorerst:

$$\begin{aligned} X' &= R \cos L \cos B \\ Y' &= R \sin L \cos B \cos \varepsilon - R \sin B \sin \varepsilon \\ Z' &= R \sin L \cos B \sin \varepsilon + R \sin B \cos \varepsilon. \end{aligned}$$

Da aber die tropische Breite der Sonne im Maximum den Werth von etwa einer Bogen Sekunde erreichen kann, so wird mit hinreichender Genauigkeit gesetzt werden können:

$$\begin{aligned} X' &= R \cos L \\ Y' &= R \sin L \cos \varepsilon - R \sin \varepsilon \cdot B \text{ arc } 1'' \\ Z' &= R \sin L \sin \varepsilon + R \cos \varepsilon \cdot B \text{ arc } 1''. \end{aligned}$$

Die zweiten Glieder in den Ausdrücken für  $Y'$  und  $Z'$  können als Correctionsglieder betrachtet werden; man wird bei der Kleinheit derselben für  $R$  stets die Einheit einsetzen dürfen und, da  $\sin \varepsilon$  und  $\cos \varepsilon$  sehr geringen Änderungen unterworfen sind, so können beide Functionen von  $\varepsilon$  in diesen Gliedern als constant angesehen werden. Nimmt man  $\varepsilon = 23^\circ 27' 20''$ , so wird man, um die Correctionen in Einheiten der siebenten Decimale zu finden, schliesslich mit ausreichender Schärfe setzen dürfen:

$$\left. \begin{aligned} X' &= R \cos L \\ Y' &= R \sin L \cos \varepsilon - 19.3 B \\ Z' &= R \sin L \sin \varepsilon + 44.5 B. \end{aligned} \right\} 12'$$

wobei  $B$  in Bogensekunden anzunehmen ist. Diese äquatorealen Sonnencoordinaten finden sich in den meisten astronomischen Ephemeridensammlungen.

### d. Berechnung der heliocentrischen Äquatorcoordinaten.

Weiters ist bei der Berechnung der Ephemeriden die Kenntnis der heliocentrischen Äquatorealcoordinaten des Himmelskörpers nöthig. Da aber die Elemente meist auf die Ekliptik bezogen werden, so ist es gewöhnlich leichter, die Ekliptikalcoordinaten zu erlangen; dieselben müssen dann erst für den Äquator transformirt werden; hat man aber viele derartige Transformationen auszuführen, wie dies bei der Berechnung einer Ephemeride der Fall ist, so wird die Anwendung einiger Hilfsgrössen die Arbeit wesentlich abkürzen und erleichtern.

Aus den Elementen wird man  $r$ , die Entfernung des Himmelskörpers von der Sonne und  $v$ , den heliocentrischen zwischen dem Perihel und dem Orte des Himmelskörpers eingeschlossenen, in der Richtung der Bewegung gezählten Bogen erhalten. Bezeichnet man wie oben mit  $\omega$  den Abstand des Perihels vom Knoten, so ist der Abstand des Himmelskörpers vom aufsteigenden Knoten  $u$  (Argument der Breite), in derselben Richtung gezählt, durch:

$$u = v + \omega,$$

bestimmt. Legt man nun ein Coordinatensystem so, dass die  $XY$ -Ebene mit der Ekliptik zusammenfällt, die positive  $X$ -Achse die Himmelskugel in der Länge des Knotens trifft, so wird man für die rechtwinkligen Coordinaten haben:

$$\begin{aligned} x_0 &= r \cos u \\ y_0 &= r \sin u \cos i \\ z_0 &= r \sin u \sin i. \end{aligned}$$

Dreht man dieses Coordinatensystem um die  $Z$ -Achse so, dass die positive  $X$ -Achse mit dem Frühljahrsunkte zusammenfällt, so werden die rechtwinkligen Coordinaten sein:

$$\begin{aligned} x &= x_0 \cos \Omega - y_0 \sin \Omega \\ y &= x_0 \sin \Omega + y_0 \cos \Omega \\ z &= z_0. \end{aligned}$$

oder durch Substitution der früher gefundenen Werthe :

$$x = r \{ \cos u \cos \Omega - \sin u \sin \Omega \cos i \}$$

$$y = r \{ \cos u \sin \Omega + \sin u \cos \Omega \cos i \}$$

$$z = r \sin u \sin i.$$

Verwandelt man diese Ekliptikalcoordinaten mit Hilfe der Relationen 7) (pag. 12) in äquatoreale, so wird man leicht finden :

$$x' = r \{ \cos u \cos \Omega - \sin u \sin \Omega \cos i \}$$

$$y' = r \{ \cos u \sin \Omega \cos \varepsilon + \sin u \cos \Omega \cos i \cos \varepsilon - \sin u \sin i \sin \varepsilon \}$$

$$z' = r \{ \cos u \sin \Omega \sin \varepsilon + \sin u \cos \Omega \cos i \sin \varepsilon + \sin u \sin i \cos \varepsilon \}.$$

Setzt man :

$$\sin a \sin A = \cos \Omega$$

$$\sin a \cos A = - \sin \Omega \cos i$$

$$\sin b \sin B = \sin \Omega \cos \varepsilon$$

$$\sin b \cos B = \cos \Omega \cos i \cos \varepsilon - \sin i \sin \varepsilon$$

$$\sin c \sin C = \sin \Omega \sin \varepsilon$$

$$\sin c \cos C = \cos \Omega \cos i \sin \varepsilon + \sin i \cos \varepsilon,$$

so ziehen sich die obigen Ausdrücke in die folgenden zusammen :

$$x' = r \sin a \sin (A + u)$$

$$y' = r \sin b \sin (B + u)$$

$$z' = r \sin c \sin (C + u).$$

Die Berechnung der Constanten  $b$ ,  $B$ ,  $c$  und  $C$  kann durch die Einführung weiterer Hilfsgrößen etwas vereinfacht werden. Setzt man nämlich :

$$n \sin N = \sin i$$

$$n \cos N = \cos \Omega \cos i,$$

so wird :

$$\sin b \cos B = n \cos (N + \varepsilon)$$

$$\sin c \cos C = n \sin (N + \varepsilon).$$

Man wird  $\sin a$ ,  $\sin b$  und  $\sin c$  stets positiv annehmen können und danach die Quadranten, in denen  $A$ ,  $B$  und  $C$  liegen, bestimmen. Zur Controle der richtigen Berechnung der Constanten wird man auf folgende Weise einen geeigneten Ausdruck erhalten. Durch entsprechende gegenseitige Multiplication der Ausdrücke für die Hilfswinkel ergibt sich :

$$\sin b \sin c \sin C \cos B = \sin \Omega \sin \varepsilon \{ \cos \Omega \cos i \cos \varepsilon - \sin i \sin \varepsilon \}$$

$$\sin b \sin c \cos C \sin B = \sin \Omega \cos \varepsilon \{ \cos \Omega \cos i \sin \varepsilon + \sin i \cos \varepsilon \};$$

die Subtraction dieser Gleichungen lässt finden :

$$\sin b \sin c \sin (C - B) = - \sin \Omega \sin i;$$

nun ist aber auch gesetzt worden :

$$\sin a \cos A = - \sin \Omega \cos i,$$

demnach gilt auch die Gleichung :

$$\operatorname{tg} i = \frac{\sin b \sin c \sin (C - B)}{\sin a \cos A},$$

welche als Prüfungsgleichung benützt werden kann.

In den zuletzt aufgestellten Ausdrücken für die rechtwinkligen Coordinaten wird es zweckmässig sein, das Argument der Breite  $u$  in  $v + \omega$  aufzulösen und  $\omega$  mit den Constanten  $A$ ,  $B$  und  $C$  zu vereinigen. Es wird dann sein:

$$\begin{aligned} A' &= A + \omega & x' &= r \sin a \sin (A' + v) \\ B' &= B + \omega & y' &= r \sin b \sin (B' + v) \\ C' &= C + \omega & z' &= r \sin c \sin (C' + v). \end{aligned}$$

Sind die Elemente auf den Äquator als Fundamentalebene bezogen, so gestaltet sich die Berechnung der Constanten viel einfacher. Man wird in den obigen Ausdrücken  $\varepsilon$  gleich Null setzen und erhalten:

$$\left. \begin{aligned} \sin a \sin A_a &= \cos \Omega' & A' &= A_a + \omega' \\ \sin a \cos A_a &= -\sin \Omega' \cos i' & B' &= B_a + \omega' \\ \sin b \sin B_a &= \sin \Omega' & C' &= \omega' \\ \sin b \cos B_a &= \cos \Omega' \cos i' & x' &= r \sin a \sin (A' + v) \\ \sin c &= \sin i' & y' &= r \sin b \sin (B' + v) \\ C_a &= 0 & z' &= r \sin c \sin (C' + v). \end{aligned} \right\} 13)$$

Ich stelle nun die Formeln, die zur Berechnung der Äquatorconstanten aus den Ekliptikalelementen dienen, übersichtlich zusammen:

$$\left. \begin{aligned} \sin a \sin A &= \cos \Omega & \sin b \sin B &= \sin \Omega \cos \varepsilon \\ \sin a \cos A &= -\sin \Omega \cos i & \sin b \cos B &= n \cos (N + \varepsilon) \\ n \sin N &= \sin i & \sin c \sin C &= \sin \Omega \sin \varepsilon \\ n \cos N &= \cos \Omega \cos i & \sin c \cos C &= n \sin (N + \varepsilon) \\ A' &= A + \omega & x' &= r \sin a \sin (A' + v) \\ B' &= B + \omega & y' &= r \sin b \sin (B' + v) \\ C' &= C + \omega & z' &= r \sin c \sin (C' + v); \end{aligned} \right\} 14)$$

zur Probe:

$$\operatorname{tg} i = \frac{\sin b \sin c \sin (C - B)}{\sin a \cos A}.$$

Es können aber diese Constanten auch dadurch erhalten werden, dass man vorerst die ekliptikalischen Elemente in äquatoreale verwandelt und dann nach den oben angesetzten sehr einfachen Formeln 13) die Äquatorconstanten ermittelt. Man kann dieses Verfahren zur Controle benützen.

Als Beispiel der Berechnung der Äquatorconstanten wähle ich die oben (pag. 9) angeführten Elemente des Kometen III 1862; man hat für dieselben anzunehmen:

$$\Omega = 137^\circ 27' 10''02, \quad i = 113^\circ 34' 12''24, \quad \omega = 152^\circ 45' 37''82, \quad \varepsilon = 23^\circ 27' 26''12$$

|                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| cos $\varepsilon$            | sin $i = n \sin N$      |
| sin $\varepsilon$            | sin oder cos $N$        |
| sin $\Omega$                 | $n \cos N$              |
| cos $i$                      | $N$                     |
| cos $\Omega = \sin a \sin A$ | $N + \varepsilon$       |
| sin oder cos $A$             | cos $(N + \varepsilon)$ |
| sin $a \cos A$               | $n$                     |
| $A$                          | sin $(N + \varepsilon)$ |
| sin $a$                      |                         |

|                             |               |                             |               |
|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| $\sin b \sin B$             | 9.792 6121    | $\sin c \sin C$             | 9.430 0274    |
| $\sin \text{ oder } \cos B$ | 9.995 0068    | $\sin \text{ oder } \cos C$ | 9.983 5034    |
| $\sin b \cos B$             | 8.975 9294    | $\sin c \cos C$             | 9.981 4065    |
| $B$                         | 98° 40' 18"25 | $C$                         | 15° 41' 32"74 |
| $\sin b$                    | 9.797 6053    | $\sin c$                    | 9.997 9031.   |

Es ist also:

$$\begin{aligned} x' &= r. \overline{9.894\ 7439} \sin (82^\circ 54' 52''80 + v) \\ y' &= r. \overline{9.797\ 6053} \sin (251^\circ 25' 56''07 + v) \\ z' &= r. \overline{9.997\ 9031} \sin (168^\circ 27' 10''56 + v) \end{aligned}$$

Probe:

|                              |            |                       |                 |
|------------------------------|------------|-----------------------|-----------------|
| $\sin b \sin c$              | 9.795 5084 | $\cos A$              | 9.537 2488      |
| $\sin (C - B)$               | 9.996 7314 | $\sin a \cos A$       | 9.431 9927      |
| $\sin b \sin c \sin (C - B)$ | 9.792 2398 | $\operatorname{tg} i$ | 0.360 2471      |
|                              |            | $i$                   | 113° 34' 12"30, |

welcher Werth von  $i$  mit dem Ausgangswerthe genügend übereinstimmt.

Zur Probe kann man auch die oben ausgeführte Verwandlung der ekliptikalen Elemente in äquatoreale benützen. Setzt man wie oben (pag. 11) die Mittelwerthe der nach den zwei verschiedenen Methoden erhaltenen Elemente an, nämlich:

$$\Omega' = 141^\circ 28' 49''21, \quad i' = 95^\circ 37' 32''22, \quad \omega' = 168^\circ 27' 10''55,$$

so stellt sich die Rechnung nach dem Formelsystem 13) wie folgt:

|                                  |                |                               |                 |
|----------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------|
| $\sin \Omega'$                   | 9.794 3369     | $\sin b \sin B_a$             | 9.794 3369      |
| $\cos i'$                        | 8.991 3495     | $\sin \text{ oder } \cos B_a$ | 9.996 7314      |
| $\cos \Omega' = \sin a \sin A_a$ | 9.893 4258     | $\sin b \cos B_a$             | 8.884 7753      |
| $\sin \text{ oder } \cos A_a$    | 9.998 6818     | $B_a$                         | 82° 58' 45"52   |
| $\sin a \cos A_a$                | 8.785 6864     | $B'$                          | 251 25 56.07    |
| $A_a$                            | 274° 27' 42"26 | $\sin b$                      | 9.797 6055      |
| $A'$                             | 82 54 52.81    | $\sin i' = \sin c$            | 9.997 9032      |
| $\sin a$                         | 9.894 7440     | $\omega' = C'$                | 168° 27' 10"55, |

welche Werthe mit den früher erhaltenen gut übereinstimmen.

Die eben angegebenen Formeln können jedoch nach der Natur der Bahn auch zweckmässig abgeändert werden. Findet nämlich die Bewegung in einer Parabel statt, so ist, wenn man mit  $q$  den Perihelabstand bezeichnet, wie später (pag. 58) gezeigt wird:

$$r = q \sec \frac{1}{2} v^2,$$

man wird demnach in obigen Formeln einsetzen:

$$\left. \begin{aligned} q \sin a &= m \\ q \sin b &= n \\ q \sin c &= p, \end{aligned} \right\} 15)$$

und erhalten:

$$\left. \begin{aligned} x' &= m \sin (A' + v) \sec \frac{1}{2} v^2 \\ y' &= n \sin (B' + v) \sec \frac{1}{2} v^2 \\ z' &= p \sin (C' + v) \sec \frac{1}{2} v^2. \end{aligned} \right\} 16)$$

Für vom Kreise wenig verschiedene Bahnen (Planetenbahnen) werden sich nachstehende Transformationen obiger Ausdrücke empfehlen. Es wird im zweiten Abschnitte (pag. 57) gezeigt werden, dass zur Berechnung von  $v$  ein Hilfswinkel  $E$  nöthig ist, der die excentrische Anomalie genannt wird und mit  $v$  und  $r$  durch die beiden Relationen:

$$\begin{aligned} r \sin v &= a \sin E \cos \varphi \\ r \cos v &= a \cos E - a \sin \varphi, \end{aligned}$$

verbunden ist;  $a$  und  $\varphi$  sind Constanten, deren Bedeutung ebenfalls im zweiten Abschnitte erörtert wird. Schreibt man zunächst für die Werthe der Coordinaten die aufgelöste Form hin, so resultirt:

$$\begin{aligned} x' &= r \sin a \sin A' \cos v + r \sin a \cos A' \sin v \\ y' &= r \sin b \sin B' \cos v + r \sin b \cos B' \sin v \\ z' &= r \sin c \sin C' \cos v + r \sin c \cos C' \sin v. \end{aligned}$$

Setzt man für die Werthe  $r \sin v$  und  $r \cos v$  die oben angeführten Relationen und weiters:

$$\left. \begin{aligned} l' \sin L' &= a \sin a \sin A' & m' \sin M' &= a \sin b \sin B' \\ l' \cos L' &= a \sin a \cos \varphi \cos A' & m' \cos M' &= a \sin b \cos \varphi \cos B' \\ \lambda' &= -\sin \varphi l' \sin L' & \mu' &= -\sin \varphi m' \sin M' \\ n' \sin N' &= a \sin c \sin C' \\ n' \cos N' &= a \sin c \cos \varphi \cos C' \\ \nu' &= -\sin \varphi n' \sin N', \end{aligned} \right\} 17)$$

so wird man als neue Form für die rechtwinkligen Äquatorcoordinaten erhalten:

$$\left. \begin{aligned} x' &= l' \sin (E + L') + \lambda' \\ y' &= m' \sin (E + M') + \mu' \\ z' &= n' \sin (E + N') + \nu', \end{aligned} \right\} 18)$$

welche Form bei der Berechnung einer umfangreicheren Planetenephemeride wesentliche Vortheile darbietet.

## b. Der Anfangspunkt des Coordinatensystemes wird geändert.

### *a. Heliocentrischer und geocentrischer Ort.*

Die Coordinaten eines Himmelskörpers, bezogen auf den Erdmittelpunkt, werden geocentrische genannt, verlegt man aber den Anfangspunkt des Coordinatensystems in das Sonnencentrum, so bezeichnet man die auf diesen Punkt bezogenen Coordinaten des Himmelskörpers als heliocentrische. Nennt man  $X$ ,  $Y$  und  $Z$  die geocentrischen Coordinaten der Sonne,  $\xi$ ,  $\eta$  und  $\zeta$  die geocentrischen Coordinaten des Himmelskörpers und endlich  $x$ ,  $y$  und  $z$  die heliocentrischen Coordinaten desselben, so ist offenbar:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= x + X \\ \eta &= y + Y \\ \zeta &= z + Z. \end{aligned} \right\} 1)$$

Die Berechnungsart der Grössen  $x, y, z, X, Y$  und  $Z$  ist im vorausgehenden Kapitel angedeutet worden, es ist daher mit Hilfe der eben aufgestellten Relationen die Eruirung von  $\xi, \eta$  und  $\zeta$  ermöglicht; will man sofort die geocentrischen polaren Coordinaten kennen, so wird man unter der Voraussetzung äquatorealer Coordinaten, wenn mit  $\varrho$  die geocentrische Entfernung bezeichnet wird, haben:

$$\left. \begin{aligned} \varrho \cos \alpha \cos \delta &= x + X \\ \varrho \sin \alpha \cos \delta &= y + Y \\ \varrho \sin \delta &= z + Z. \end{aligned} \right\} 2)$$

Diese Form des Überganges auf geocentrische Coordinaten wird besonders bei der Ausführung von Ephemeriden Anwendung finden; bei ersten Bahnbestimmungen jedoch, wo fast ausschliesslich die Ekliptik als Fundamentalebene gewählt wird, werden etwas abgeänderte Formeln mit Vortheil benützt. Die Breite der Sonne kann als sehr klein meist vernachlässigt werden; soll dieselbe aber mit in Rechnung gezogen werden, so gestatten die weiter unten mitgetheilten Methoden eine strenge Eliminirung der Sonnenbreiten; man wird daher die  $Z$ -Coordinate der Sonne der Null gleich setzen können. Bezeichnet man mit  $l, b$  und  $r$  die heliocentrische Länge, Breite und Entfernung (Radius vector) des Himmelskörpers, mit  $L$  und  $R$  die geocentrische Länge und Entfernung der Sonne (die Breite wird dem eben Angeführten gemäss der Null gleich angenommen), mit  $\lambda, \beta$  und  $\varrho$  die geocentrische Länge, Breite und Entfernung des Himmelskörpers, so wird, wenn man statt der rechtwinkligen Coordinaten sofort die polaren hinschreibt:

$$\left. \begin{aligned} \varrho \cos \lambda \cos \beta &= r \cos l \cos b + R \cos L \\ \varrho \sin \lambda \cos \beta &= r \sin l \cos b + R \sin L \\ \varrho \sin \beta &= r \sin b. \end{aligned} \right\} 3)$$

Diese Formeln können von Fall zu Fall wesentlich vereinfacht werden; zählt man die Längen von einem Punkte aus, dessen Länge gleich  $L$  angenommen wird, so erhält man aus diesen Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \varrho \cos (\lambda - L) \cos \beta &= r \cos (l - L) \cos b + R \\ \varrho \sin (\lambda - L) \cos \beta &= r \sin (l - L) \cos b \\ \varrho \sin \beta &= r \sin b. \end{aligned} \right\} 4)$$

Wählt man als Ausgangspunkt die Länge  $l$ , so wird:

$$\left. \begin{aligned} \varrho \cos (\lambda - l) \cos \beta &= r \cos b + R \cos (L - l) \\ \varrho \sin (\lambda - l) \cos \beta &= R \sin (L - l) \\ \varrho \sin \beta &= r \sin b. \end{aligned} \right\} 5)$$

Zählt man, wie dies beim Übergang auf den heliocentrischen Ort vortheilhaft ist, alle Längen von  $\lambda$  aus und setzt der geforderten Transformation entsprechend die Formeln um, so wird man haben:

$$\left. \begin{aligned} r \cos (l - \lambda) \cos b &= \varrho \cos \beta - R \cos (L - \lambda) \\ r \sin (l - \lambda) \cos b &= - R \sin (L - \lambda) \\ r \sin b &= \varrho \sin \beta. \end{aligned} \right\} 6)$$

Will man aus den Elementen direct die geocentrische Länge, Breite und Entfernung des Himmelskörpers berechnen, so empfiehlt es sich, alle Längen vom aufsteigenden Knoten  $\varrho$  der Bahn zu zählen; es findet sich dann:

$$\begin{aligned} \varrho \cos (\lambda - \varrho) \cos \beta &= r \cos (l - \varrho) \cos b + R \cos L - \varrho \\ \varrho \sin (\lambda - \varrho) \cos \beta &= r \sin (l - \varrho) \cos b + R \sin L - \varrho \\ \varrho \sin \beta &= r \sin b. \end{aligned}$$

Ersetzt man nun die heliocentrischen Längen und Breiten durch das Argument der Breite und die Neigung der Bahn, so folgt aus dem in Betracht kommenden rechtwinkligen sphärischen Dreiecke:

$$\begin{aligned} \cos u &= \cos (l - \varrho) \cos b \\ \sin u \cos i &= \sin (l - \varrho) \cos b \\ \sin u \sin i &= \sin b. \end{aligned}$$

und man erhält die zur Anwendung höchst bequeme Form:

$$\left. \begin{aligned} \varrho \cos (\lambda - \varrho) \cos \beta &= r \cos u + R \cos L - \varrho \\ \varrho \sin (\lambda - \varrho) \cos \beta &= r \sin u \cos i + R \sin L - \varrho \\ \varrho \sin \beta &= r \sin u \sin i. \end{aligned} \right\} 7.$$

### *$\beta$ . Parallaxe.*

Ein mit der eben vorgetragenen Transformation der Coordinaten sehr verwandtes, ja identisches Problem ist das der Parallaxe, nur verlangt die Art der Ermittlung derselben als Correctionsgrösse eine etwas verschiedene Lösung der Aufgabe.

Die Beobachtungen werden an der Erdoberfläche erhalten, es ist aber für die meisten Berechnungen von Vorthail und in vielen Fällen geboten, die Reduction auf den Erdmittelpunkt oder auf einen durch die Verhältnisse bestimmten Punkt (*locus fictus*) auszuführen. Durch diese Verrückung des Anfangspunktes des Coordinatensystems entstehen Änderungen in den beobachteten Coordinaten; den Unterschied der Richtungen einer vom Beobachter aus zum beobachteten Objecte gezogenen Geraden gegen eine solche, welche dieses Object mit dem Erdmittelpunkte verbindet, bezeichnet man mit dem Namen der Parallaxe. Die Parallaxe eines Himmelskörpers kann auch so definirt werden, dass man dieselbe als den scheinbaren Abstand zwischen dem Beobachter und dem Erdmittelpunkte, vom Himmelskörper aus gesehen, bezeichnet. Das vorliegende Kapitel fasst aber diese Bezeichnung etwas weiter, indem in dasselbe die mit der Parallaxe verwandten Reductionen einbezogen werden.

Die zu berechnenden Reductionen sind Functionen der Erddimensionen und es ist nothwendig, vorerst diese näher zu betrachten. Die Erde gleicht nahezu einem Rotationsellipsoid, dessen kleine Achse durch die Pole der Erde gelegt ist. Ist  $a$  die halbe grosse Achse und  $b$  die halbe kleine Achse, so ist die Abplattung der Erde bestimmt durch die Relation:

$$\frac{a - b}{a}.$$

Die Grössen  $a$  und  $b$  müssen aus entsprechend angestellten Beobachtungen (Gradmes-



sungen) abgeleitet werden. Bessel hat durch genaue Discussion der vorhandenen Gradmessungen gefunden:

$$\begin{aligned} a &= 3272\ 077.14 \text{ Toisen} = 6377\ 397.15 \text{ Meter} \\ b &= 3261\ 139.33 \quad \text{„} \quad = 6356\ 078.96 \quad \text{„} \quad , \end{aligned}$$

woraus sofort folgt:

$$\text{Abplattung} = \frac{1}{299.153}.$$

Bei Messungen auf der Erde mögen allenfalls  $a$  oder die oben angesetzten Längenmasse (Toise, Meter) oder andere verwandte (Meilen, Klafter etc.) als Einheit genügen; bei astronomischen Berechnungen aber wird die Anwendung derselben unbequem sein und man hat sich dahin geeinigt, besonders sobald es sich um Entfernungen innerhalb des Sonnensystems handelt, die halbe grosse Achse der Erdbahn als Einheit einzuführen (über den eigentlich in Betracht kommenden Werth für diese Einheit vgl. Abschnitt II, Kapitel I pag. 49). Es muss deshalb, soll der Übergang von der einen Einheit auf die andere ausgeführt werden, das Verhältniss dieser bekannt sein, welches wieder nur durch Beobachtungen erlangt werden kann. Die Kleinheit der Erde im Verhältnisse zu ihrer Entfernung von der Sonne macht aber diese Bestimmung sehr schwierig und es bedarf besonderer Methoden, um genügende Resultate zu erlangen; die Auseinandersetzung derselben gehört aber nicht hierher und ich werde hier nur im Anschluss an eine Arbeit über diesen Gegenstand von S. Newcomb eine Zusammenstellung der durch die verschiedenen Methoden erlangten Resultate geben. Bezeichnet man den Winkel, unter dem der Äquatorhalbmesser der Erde von der Sonne in der Entfernung 1 gesehen erscheint, als die Sonnenparallaxe  $\pi$ , so ergeben sich für diese Grösse folgende Werthe:

1. Aus den Meridianbeobachtungen des Mars im Jahre 1862, ausgeführt nach dem Plane Winnecke's, fand sich  $\pi = 8''855 \pm 0''020$ .
2. Die Marsbeobachtungen desselben Jahres mit Hilfe von an Refractoren angebrachten mikrometrischen Apparaten ergaben  $\pi = 8''842 \pm 0''040$ .
3. Durch Powalky's neue Discussion des Venusdurchganges von 1769 wird  $\pi = 8''86 \pm 0''04$ .
4. Die parallaktische Ungleichheit des Mondes gibt mit Rücksicht auf Einzelwerthe, die Hansen, Stone und Newcomb gefunden haben  $\pi = 8''838 \pm 0''025$ .
5. Aus der Mondgleichung der Erde, die nach vierzehnjährigen Greenwicher, fünfjährigen Washingtoner Beobachtungen und Le Verrier's Bestimmung abgeleitet ist, wird  $\pi = 8''809 \pm 0''054$ .
6. Foucault's Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit ergibt  $\pi = 8''86 \pm ?$

Newcomb zieht aus diesen sechs Bestimmungen als wahrscheinlichsten Werth für die Sonnenparallaxe:

$$\pi = 8''848 \pm 0''013,$$

welcher Werth für  $\pi$  in diesem Werke durchaus adoptirt ist.

Seit der Publication der Newcomb'schen Arbeit sind mehrfache Bestimmungen der Sonnenparallaxe unter Anwendung verschiedener Methoden vorgenom-

men worden, welche die obigen Werthe sehr nahe bestätigen. So finden Campbell und Neison aus der parallaktischen Ungleichheit des Mondes mit Benützung der Greenwicher Beobachtungen zwischen den Jahren 1862 und 1876 inclusive den Werth  $\pi = 8''848 \pm 0''007$ ; Maxwell Hall aus in Jamaica bei verschiedenen Zenithdistanzen angestellten Marsbeobachtungen  $8''789 \pm 0''060$ ; Gill auf Ascension durch dieselbe Methode  $8''78 \pm 0''012$ ; Michelson und Todd aus neuen sehr genauen Bestimmungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes  $8''808 \pm 0''006$ , welcher Werth durch eine neue und genauere Beobachtungsreihe Michelson's fast völlig bestätigt wird. Ferner wäre noch zu erwähnen, dass zu den bisher benützten Methoden der Parallaxenbestimmung eine neue hinzugetreten ist, nämlich die von Galle in Vorschlag gebrachte: die Parallaxe jener kleinen Planeten, welche der Erde verhältnissmässig nahe kommen, im Falle günstiger Oppositionen direct zu bestimmen und daraus, wie bei Mars, einen Schluss auf die Sonnenparallaxe zu ziehen. Galle leitet aus den Flora-Beobachtungen des Jahres 1873 den Werth  $8''873 \pm 0''043$  ab. Schliesslich könnte noch hervorgehoben werden, dass die vorläufig bekannt gewordenen wenig befriedigenden Resultate des Venusdurchganges des Jahres 1874 im Allgemeinen Werthe ergeben, die nicht viel von  $8''8$  zu sein scheinen. Man könnte die angeführten Bestimmungen dazu verwerthen, den von Newcomb angegebenen Werth der Sonnenparallaxe zu verbessern; da jedoch der letztere nunmehr nahezu allgemein den Rechnungen zu Grundegelegt wird und durch das Hinzuziehen der neueren Beobachtungen keine wesentliche Änderung erfahren würde, so werde ich denselben unverändert in der Folge in Anwendung ziehen.

Bezeichnet man mit  $h$  die Entfernung des Beobachtungsortes vom Erdmittelpunkte, ferner mit  $\theta$  und  $\varphi'$  seine geocentrische Rectascension und Declination, so sind die rechtwinkligen Äquatorcoordinaten desselben in Bezug auf den Erdmittelpunkt:

$$\begin{aligned}\xi &= h \cos \varphi' \cos \theta \\ \eta &= h \cos \varphi' \sin \theta \\ \zeta &= h \sin \varphi' .\end{aligned}$$

Es stellt sich die Aufgabe,  $h$ ,  $\varphi'$  und  $\theta$  aus den Daten der Beobachtung (Beobachtungsort und Zeitangabe) zu ermitteln. Ich nehme zuerst die Bestimmung der letzteren Grösse vor.

$\theta$  ist offenbar mit der Zeit veränderlich, da sich im Verlaufe eines Tages die Erde um ihre Achse dreht; diese Umdrehung wird in Rücksicht auf ein festes Coordinatensystem in einem Sterntage vollendet. Die Rectascension des Beobachtungsortes wird für den Erdmittelpunkt  $0^h$  sein, wenn mit dem Erdorte der Frühjahrs punkt culminirt, es ist in diesem Augenblicke für den Erdort ebenfalls  $0^h$  Sternzeit. Culminirt ein anderer Punkt, dessen Rectascension  $\theta$  sein mag, gleichzeitig mit dem Erdorte, so ist  $\theta$  die Rectascension des Erdortes, aber auch gleichzeitig der Stundenwinkel des Frühjahrs punktes für diesen Ort, oder die Sternzeit; es ist demnach  $\theta$  identisch mit der Sternzeit des Ortes. Eine jede Beobachtung muss stets die Angabe enthalten, wann dieselbe angestellt ist; diese Zeitangabe ist gewöhnlich in mittlerer Zeit des Beobach-

tungsortes oder eines bestimmten anderen Meridians angegeben. Es stellt sich demnach vorerst die Aufgabe, aus der mittlern Zeit die zugehörige Sternzeit zu berechnen. Mit Hilfe der Angaben der Ephemeriden wird dies leicht ausgeführt werden können. Dieselben geben für jeden mittleren Mittag des Normalmeridians, für den das Jahrbuch berechnet ist, den Unterschied Sternzeit — mittlere Zeit, d. h. die Sternzeit im mittleren Mittag; kennt man die mittlere Zeit, die seit diesem mittleren Mittag des festen Meridians verflossen ist, und verwandelt diese in Sternzeit, so wird die Summe dieser Zeit und der Sternzeit im mittlern Mittag die gesuchte Sternzeit sein.

Ein in Sternzeit ausgedrücktes Zeitintervall kann leicht in mittlere Zeit umgewandelt werden, wenn man bedenkt, dass im Verlaufe eines tropischen Jahres ein Sterntag mehr sein muss, als in demselben mittlere Tage enthalten sind. Nun ist das tropische Jahr gleich  $365.2422$  mittleren Sonnentagen, es sind also in demselben  $366.2422$  Sterntage enthalten; daraus ergeben sich zur gegenseitigen Transformation eines Intervalles Sternzeit ( $J_*$ ) in ein Intervall mittlere Zeit ( $J_\odot$ ) die Relationen:

$$J_* = \frac{366.2422}{365.2422} J_\odot = f J_\odot,$$

und umgekehrt:

$$J_\odot = \frac{365.2422}{366.2422} J_* = \frac{1}{f} J_*,$$

wobei:

$$\log f = 0.001\,1874,$$

angenommen ist.

Zu dieser Umwandlung gewähren die vorhandenen Ephemeriden und Sammlungen astronomischer Tafeln sehr geeignete Hilfsmittel. Die bequemste Tafel, die mit dem Argumente mittlere Zeit sofort die Reduction auf Sternzeit angibt, findet sich in der Warnstorff'schen Tafelsammlung; man nennt diese Reduction die Acceleration der Fixsterne. Das Intervall des Argumentes in dieser Tafel ist so gewählt, dass die Reduction von  $0^h 1$  zu  $0^h 1$  vorschreitet; ich habe einen Auszug der Tafel als Tafel I in das vorliegende Werk aufgenommen, mich aber begnügt, die Reduction von Sekunde zu Sekunde vorschreiten zu lassen, da bei Parallaxenrechnungen die Abkürzung der Zeit auf volle Sekunden gestattet ist. Die Anwendung ist einfach genug. Will man zu einem gegebenen Zeitintervalle mittlerer Zeit das zugehörige Sternzeitintervall auf volle Sekunden genau finden, so geht man mit dem Argumente mittlere Zeit in die Tafel ein, nimmt zu dem der gegebenen mittleren Zeit zunächst liegenden Argumente die Reduction und addirt diese zu dem gegebenen Zeitintervalle. Es sei z. B. zu verwandeln  $16^h 57^m 4^s$  mittlere Zeit in das entsprechende Sternzeitintervall. Die Tafel I gibt mit dem Argumente  $16^h 56^m 36^s$  (das zunächst liegende Argument) die Reduction  $+ 2^m 47^s$ ; die Rechnung gibt als:

$$\begin{array}{r} 16^h 57^m 4^s \text{ mittlere Zeit} \\ \text{Acc.} \quad + 2 \quad 47 \\ \hline 16 \quad 59 \quad 51 \text{ Sternzeit.} \end{array}$$

Wollte man eine grössere Genauigkeit erlangen, so müsste man durch lineare Interpolation den genaueren Werth der Acceleration ermitteln; in solchem Falle ist aber

die in diesem Werke aufgenommene Tafel nicht bequem. Für das gewählte Beispiel würde sich durch Interpolation ergeben:

$$\begin{aligned} &16^h 57^m 4^s \text{ mittlere Zeit} \\ \text{Acc. } + 2 & 47.08 \\ &16 \ 59 \ 51.08 \text{ Sternzeit.} \end{aligned}$$

Hat man jedoch keine Hilfstafeln zur Hand und ist eine Genauigkeit von einer halben Sekunde in der Ermittlung der Acceleration ausreichend, so genügt das folgende höchst einfache von Herrn R. Schram benützte Verfahren, dessen Berechtigung sich leicht aus den hier geltenden Zahlenverhältnissen ergibt. Man dividire die Stunden mittlerer Zeit durch sechs und setze den Quotienten als Minuten, den Rest als Zehnersekunden an; die Einheiten der Sekunden ergeben sich aus der Division der gegebenen mittleren Zeitminuten durch sechs, vermindert um die Anzahl der Accelerationsminuten. Das obige Beispiel gibt:

$$\begin{aligned} 16 : 6 &= 2^m 40^s \\ (57 : 6) - 2.7 &= \underline{\underline{7}} \\ \text{demnach die Acceleration: } &2^m 47^s. \end{aligned}$$

Hat man sich derart die seit dem mittleren Mittag verflossene Sternzeit aus der entsprechenden Angabe der mittleren Zeit verschafft, so ist einfach dieser gefundene Werth zu der Sternzeit, die im mittleren Mittag statt hat, zu addiren, und man erhält so die gesuchte Sternzeit. Der geforderte Werth: Sternzeit weniger mittlere Zeit im mittleren Mittag, findet sich aber in den Ephemeriden nur für gewisse Meridiane z. B. im englischen Nautical almanac für Greenwich, im Berliner astr. Jahrbuch für Berlin etc., für andere Meridiane muss aus den Angaben der Ephemeriden der verlangte Werth erst berechnet werden. Von einem mittleren Mittag bis zum nächsten, also in einem mittleren Tage eilt die Sternzeit der mittleren Zeit um  $3^m 56^s 555$  Sternzeit voran. Nun tritt für einen beliebigen Meridian der mittlere Mittag um den Längenunterschied  $l$  (früher bei östlicher, später bei westlicher Länge), der östlich negativ, westlich positiv gezählt wird, verändert ein; drückt man also diesen Längenunterschied in Einheiten der Stunde aus, so ist die Correction (in Zeitsekunden), die man an die Angabe des Jahrbuches für die Sternzeit des mittleren Mittags anzubringen hat, bestimmt durch:

$$\text{Corr.} = \frac{236^s 555}{24} l = 9^s 8565 l.$$

So liegt z. B. die Sternwarte Wien-Josefstadt  $11^m 50^s 4$  östlich von Berlin und  $1^h 5^m 25^s 3$  östlich von Greenwich; es ist demnach die Correction, die man für diese Sternwarte an die Angaben der Jahrbücher anzubringen hat:

$$\begin{aligned} \text{für das Berliner astr. Jahrbuch: } &— 1^s 94, \\ \text{für den Nautical almanac: } &— 10.75. \end{aligned}$$

In der Tafel III sind neben der Länge die diesbezüglichen Reductionen für alle im Berliner astr. Jahrbuche für 1883 angeführten Sternwarten für den Berliner Meridian geltend angesetzt, ausserdem für einige Observatorien, die jetzt nicht mehr bestehen, von denen sich aber aus dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts zahlreiche

Beobachtungen vorfinden. Ich werde nun auch ein Beispiel anführen. Es sei die Sternzeit zu suchen für: 1867 Oktob. 1  $11^h 26^m 29^s 80$  m. Zt. Josefstadt.

$$\begin{array}{r} \text{Tafel I} + \quad 1 \quad 52.77 \\ \text{Berl. Jahrbuch} - \quad 1^s 94 : 12 \quad 38 \quad 49.15 \\ \hline \quad \quad \quad 0^h \quad 7^m \quad 11^s 72 \text{ Sternzeit Josefstadt.} \end{array}$$

Auf diese Weise ist es, wenn die Zeitangabe der Beobachtung gemacht ist, nicht schwierig, das verlangte  $\theta$  zu berechnen; doch kann man auch auf eine etwas andere, in vielen Fällen bequemere Weise diese Transformation vornehmen. Häufig ist es ohnedies nöthig, die Ortszeit auf einen bestimmten Meridian, der in einem Jahrbuche als massgebend angenommen ist, zu übertragen. Man addirt die Angabe des Jahrbuches für den Mittag des Normalmeridians zur Ortszeit, berechnet aber die Acceleration der Fixsterne nicht für diese, sondern für die auf den Normalmeridian übertragene Beobachtungszeit. Die Richtigkeit dieser Regel ergibt sich leicht aus dem Vorstehenden, oder wenn man berücksichtigt, dass die Differenz der mittleren und Sternzeiten für zwei verschiedene Orte gleich dem Längenunterschiede ist, wie dies auch für die Differenz der wahren Zeit gilt. Im obigen Beispiel ist:

$$\begin{array}{r} 11^h 26^m 29^s 80 \text{ mittl. Zeit Josefstadt} = 11^h 14^m 39^s 4 \text{ mittl. Zeit Berlin.} \\ + \quad 1 \quad 50.83 \text{ Acc für Berliner Zeit.} \\ \hline 12 \quad 38 \quad 51.09 \text{ (Berl. Jahrbuch, für } 0^h \text{ Berl. Zeit).} \\ \hline \quad \quad \quad 0^h \quad 7^m \quad 11^s 72 \text{ Sternzeit Josefstadt.} \end{array}$$

Dieses letztere Verfahren wird besonders dann mit Vortheil gebraucht, wenn man Beobachtungen mit einer für den Normalmeridian gerechneten Ephemeride zu vergleichen hat.

Aus dem bisher Vorgetragenen wird man auch die Regeln für das umgekehrte Verfahren, nämlich zu einer gegebenen Sternzeit die mittlere zu finden, ableiten können. Die Lösung dieser Aufgabe wird auch bei Bahnbestimmungen bisweilen in Betracht kommen. Manche Beobachter theilen die Meridianbeobachtungen ohne Angabe der Beobachtungszeit mit, bei solchen ist aber die angesetzte Rectascension unmittelbar die Sternzeit der Beobachtung. Will man dieselbe in mittlere Ortszeit verwandeln, so wird man zunächst durch Addition des Längenunterschiedes die Sternzeit des Normalmeridians ermitteln, subtrahirt man hiervon die für den mittleren Mittag geltende Sternzeit, so erhält man die seit dem Mittag verflossene Zeit in Sternzeit ausgedrückt; die Tafel II gibt mit diesem Argumente die Reduction dieses Zeitintervalls auf mittlere Zeit in derselben Anordnung wie Tafel I. Durch Subtraction dieser Reduction nebst der für  $0^h$  mittlere Zeit des Normalmeridians geltenden Sternzeit des Beobachtungsdatums von der beobachteten Rectascension findet sich unmittelbar die Beobachtungszeit in mittlerer Ortszeit. Es wurde die Rectascension des Planeten Eunomia am Meridianinstrumente zu Bonn beobachtet: 1866 Jan. 1.  $5^h 53^m 0^s 32 = 6^h 18^m 11^s 94$  Berliner Sternzeit. Man hat als Argument, da nach dem Berliner Jahrbuch für 1866 Jan. 1. die Sternzeit im mittl. Mittag  $18^h 43^m 29^s 45$  ist, den Werth  $11^h 34^m 42^s$ ; es ist demnach:

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 5^h 53^m 0^s 32 \\
 \text{Tafel II} &= \quad \quad \quad 1 \quad 53 \cdot 81 \\
 \text{Sternzeit 1. Januar} &= \quad \quad \quad 18 \quad 43 \quad 29 \cdot 45 \\
 \text{mittl. Zeit Bonn} &= \quad \quad \quad 11^h 7^m 37^s 06.
 \end{aligned}$$

Hat man den Werth  $9^s 8565$   $l$  berechnet, der für Bonn, da  $l = + 25^m 11^s 6$  ist,  $+ 4^s 14$  gefunden wird, so wird es bei einer grösseren Zahl derartiger Verwandlungen bequemer sein, diese Quantität zur Berechnung der Sternzeit für den mittleren Mittag von Bonn zu verwenden. Das Verfahren erläutert sich durch die Durchführung des eben gewählten Beispieles nach dieser zweiten Methode:

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 5^h 53^m 0^s 32 \\
 \text{Berl. Jahrb. 1. Jan. 1866} + 4^s 14 &= 18 \quad 43 \quad 33 \cdot 59 \\
 \text{Sternzeit seit } 0^h &= 11 \quad 9 \quad 26 \cdot 73 \\
 \text{Tafel II} &= \quad \quad \quad 1 \quad 49 \cdot 67 \\
 \text{mittl. Zeit Bonn} &= 11^h 7^m 37^s 06.
 \end{aligned}$$

Wendet man keine Hilfstafeln an und genügt eine Annäherung auf eine halbe Sekunde, so kann das oben aufgeführte Schram'sche Verfahren in ganz gleicher Weise zur Ermittlung der Retardation benützt werden.

Die zur Berechnung der Coordinaten des Beobachtungsortes nothwendige Grösse  $\theta$  kann man demnach als bekannt voraussetzen und nun an die Ermittlung der Grössen  $h$  und  $\varphi'$  schreiten, welche, da die Erde als regelmässiges Rotationsellipsoid betrachtet werden kann, nur Functionen der Polhöhe oder der geographischen Breite des Beobachtungsortes sind.

Wäre die Erde eine Kugel, so würde  $h$  stets dem Äquatorhalbmesser gleich sein, der für die folgenden Untersuchungen als Einheit angenommen wird, und  $\varphi'$  (die geocentrische Polhöhe) mit der Polhöhe  $\varphi$  zusammenfallen, indem die Polhöhe eines Beobachtungsortes mit dem Winkel identisch ist, den das Loth mit der Äquatorebene bildet. Die allerdings geringe Abplattung aber veranlasst, dass  $h$  mit der Annäherung an die Pole kleiner wird und dass das Loth nicht gegen das Erdcentrum gerichtet ist. Es stellt sich also die Aufgabe,  $h$  und  $\varphi'$  als Functionen von  $\varphi$  darzustellen.

Denkt man sich durch die Erdachse eine Ebene gelegt, so wird der Durchschnitt dieser Ebene mit der Erdoberfläche einen Meridian bilden und legt man in diese Ebene ein Coordinatensystem so, dass der Anfangspunkt mit dem Erdmittelpunkte zusammenfällt, die X-Achse nach dem Äquator, die positive Y-Achse nach dem Nordpol gerichtet ist, so wird auf dieser Ebene der Durchschnitt mit der Erdoberfläche als Ellipse erscheinen;  $\varphi'$  wird der Winkel sein, den die durch den Erdmittelpunkt und den Beobachtungsort hindurch gelegte Linie mit der X-Achse einschliesst,  $\varphi$  der Winkel, den die Normale mit der Abscissenachse bildet. Bezeichnet man die Coordinaten des Beobachtungsortes durch  $x$  und  $y$ , so wird sein:

$$\begin{aligned}
 \text{tg } \varphi' &= \frac{y}{x} \\
 \text{tg } \varphi &= - \frac{dx}{dy}
 \end{aligned}$$

Aus diesen beiden Gleichungen in Verbindung mit den Gleichungen, die für die Ellipse gelten, wird man  $\varphi'$  als Function von  $\varphi$  darstellen können. Die Gleichung der Ellipse gibt, wenn man mit  $a$  und  $b$  die grosse und kleine Halbachse bezeichnet:

$$b^2 x^2 + a^2 y^2 = a^2 b^2; \quad 1)$$

durch Differentiation nach  $x$  und  $y$  wird zunächst:

$$b^2 x dx + a^2 y dy = 0,$$

oder:

$$\frac{y}{x} = - \frac{b^2}{a^2} \frac{dx}{dy}.$$

Mit Rücksicht auf die oben angesetzten Relationen für  $\varphi$  und  $\varphi'$  ist sofort:

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{b^2}{a^2} \operatorname{tg} \varphi, \quad 2)$$

wodurch  $\varphi'$  als Function von  $\varphi$  dargestellt ist. Um nun  $h$  ebenfalls als Function von  $\varphi$  darzustellen, wird man sich der Relationen:

$$x = h \cos \varphi', \quad y = h \sin \varphi',$$

bedienen. Quadriert man dieselben und setzt sie in die Gleichung 1) ein, so wird erhalten:

$$h^2 \cos^2 \varphi' \left\{ 1 + \frac{a^2}{b^2} \operatorname{tg}^2 \varphi' \right\} = a^2;$$

für diese Gleichung kann man aber setzen:

$$h^2 \cos^2 \varphi' \{ 1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \varphi' \} = a^2,$$

somit ist:

$$h = a \sqrt{\frac{\sec^2 \varphi'}{(1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \varphi')}} = a \sqrt{\frac{\cos \varphi}{\cos \varphi' \cos (\varphi' - \varphi)}}. \quad 3)$$

Wiewohl die Bestimmung von  $\varphi'$  und  $h$  durch die Formeln 2) und 3) sehr einfach geschieht, so ist es, da der Unterschied  $(\varphi' - \varphi)$  niemals gross werden und ebenso  $h$  nur um ein Geringes von der Einheit verschieden sein kann, doch meist von Vortheil, zur Bestimmung von  $\varphi'$  und  $h$  Reihen mit dem Argumente  $\varphi$  zu entwickeln, welche die eben angeführten Unterschiede unmittelbar angeben.

Vorerst sollen aber zwei Lagrange'sche Reihen abgeleitet werden, welche die Lösung des vorgelegten Problems in höchst einfacher Weise vermitteln. Es sei gegeben eine Relation von der Form:

$$\operatorname{tg} x = n \operatorname{tg} y. \quad 4)$$

Man kann den Unterschied  $(x - y)$  nach einer periodischen Reihe, die nach dem Sinus der geraden Vielfachen des Bogens  $\varphi$  fortschreitet, entwickeln. Es ist zunächst:

$$\operatorname{tg} x - \operatorname{tg} y = (n - 1) \operatorname{tg} y \quad \text{oder} \quad \frac{\sin (x - y)}{\cos x \cos y} = (n - 1) \frac{\sin y}{\cos y},$$

woraus folgt:

$$\sin (x - y) = (n - 1) \sin y \cos [(x - y) + y].$$

Bestimmt man daraus  $\operatorname{tg} (x - y)$  und schreibt abkürzend:

$$m = \frac{n - 1}{n + 1}, \quad 5)$$

so erhält man statt der Relation 4) die Form:

$$\operatorname{tg} (x - y) = \frac{m \sin 2y}{1 - m \cos 2y}. \quad 6)$$

Nun ist aber nach bekannten imaginären Beziehungen, wenn mit  $i$  die imaginäre Einheit und mit  $e$  die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet wird:

$$\left. \begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{1}{2i} \{ e^{ai} - e^{-ai} \} \\ \cos \alpha &= \frac{1}{2} \{ e^{ai} + e^{-ai} \} \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{1}{i} \left\{ \frac{e^{2ai} - 1}{e^{2ai} + 1} \right\}. \end{aligned} \right\} 7)$$

Führt man diese Relationen in 6, ein, so folgt unmittelbar:

$$\frac{e^{\frac{2}{2}x-y,i} - 1}{e^{\frac{2}{2}x-y,i} + 1} = \frac{m \{ e^{2yi} - e^{-2yi} \}}{2 - m \{ e^{2yi} + e^{-2yi} \}}$$

oder:

$$e^{\frac{2}{2}x-y,i} = \frac{1 - me^{-2yi}}{1 - me^{2yi}}. \quad 8)$$

Schreibt man diese Gleichung logarithmisch und erinnert sich der bekannten logarithmischen Reihe:

$$\log \operatorname{nat} (1 - z) = -z - \frac{1}{2} z^2 - \frac{1}{3} z^3 - \dots \quad 9)$$

so findet sich ohne Schwierigkeit:

$$x - y = m \frac{1}{2i} \{ e^{2yi} - e^{-2yi} \} + \frac{1}{2} m^2 \frac{1}{2i} \{ e^{4yi} - e^{-4yi} \} + \frac{1}{3} m^3 \frac{1}{2i} \{ e^{6yi} - e^{-6yi} \} + \dots,$$

und mit Rücksicht auf die ersten Relationen in 7):

$$x - y = m \sin 2y + \frac{1}{2} m^2 \sin 4y + \frac{1}{3} m^3 \sin 6y + \dots \quad 10)$$

Das Resultat dieser Transformationen lässt sich also dahin aussprechen, dass Ausdrücke von der Form 4) oder 6) sich in Reihen von der eben hingeschriebenen Gestalt entwickeln lassen.

Ausdrücke von der Form:

$$\beta^2 = 1 + \gamma^2 - 2\gamma \cos 2y, \quad 11)$$

lassen ebenfalls elegante Reihen für  $\log \beta$  finden, die nach dem Cosinus der geraden Vielfachen des Bogens  $y$  angeordnet sind. Es ist mit Rücksicht auf die zweite Relation in 7):

$$\beta^2 = (1 - \gamma e^{2yi}) (1 - \gamma e^{-2yi}),$$

daher mit Benützung der Reihe 9):

$$\frac{2 \log \beta}{\operatorname{Mod.}} = \begin{array}{l} -\gamma e^{2yi} - \frac{1}{2} \gamma^2 e^{4yi} - \frac{1}{3} \gamma^3 e^{6yi} - \dots \\ -\gamma e^{-2yi} - \frac{1}{2} \gamma^2 e^{-4yi} - \frac{1}{3} \gamma^3 e^{-6yi} - \dots \end{array}$$

somit nach der zweiten Gleichung in 7):

$$\log \beta = -\operatorname{Mod.} \{ \gamma \cos 2y + \frac{1}{2} \gamma^2 \cos 4y + \frac{1}{3} \gamma^3 \cos 6y + \dots \}. \quad 12)$$



Um nun von den Reihen 10) und 12) für das vorgelegte Problem Gebrauch machen zu können, erübrigt für die Bestimmung von  $\varphi' - \varphi$  nichts, als die Bestimmung von  $m$ . Nun ist aber nach 5) (pag. 29) :

$$m = \frac{n-1}{n+1} = \frac{\frac{b^2}{a^2} - 1}{\frac{b^2}{a^2} + 1} = \frac{(b-a)(b+a)}{a^2 + b^2}. \quad 13)$$

Setzt man die oben (pag. 23) angegebenen numerischen Werthe für  $a$  und  $b$  ein und drückt die Coëfficienten in Einheiten der Bogensekunde aus, so erhält man nach 10) die Relation :

$$\varphi' - \varphi = -11' 30'' 65 \sin 2\varphi + 1'' 16 \sin 4\varphi + \dots; \quad 14)$$

die übrigen Glieder dieser Reihe werden unmerklich, weil der Coëfficient von  $\sin 6\varphi$  nur  $-0'' 003$  beträgt.

Soll der Ausdruck 12) für die Bestimmung von  $\log h$  verwerthet werden, so bedarf es einiger Transformationen der Form 3) ; man hat :

$$\begin{aligned} h^2 &= \frac{a^2 \sec \varphi^2}{1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \varphi'} = \frac{a^4 + b^4 \operatorname{tg} \varphi^2}{a^2 + b^2 \operatorname{tg} \varphi^2} = \frac{a^4 + b^4 + (a^4 - b^4) \cos 2\varphi}{a^2 + b^2 + (a^2 - b^2) \cos 2\varphi} \\ &= \frac{(a^2 + b^2)^2 + (a^2 - b^2)^2 + 2(a^2 + b^2)(a^2 - b^2) \cos 2\varphi}{(a+b)^2 + (a-b)^2 + 2(a+b)(a-b) \cos 2\varphi}, \end{aligned}$$

oder :

$$\left(\frac{h}{a}\right)^2 = \left(\frac{a^2 + b^2}{a(a+b)}\right)^2 \frac{1 + \frac{(a^2 - b^2)^2}{(a^2 + b^2)^2} + 2 \frac{(a^2 - b^2)}{(a^2 + b^2)} \cos 2\varphi}{1 + \frac{(a-b)^2}{(a+b)^2} + 2 \frac{(a-b)}{(a+b)} \cos 2\varphi}. \quad 15)$$

Setzt man abkürzend :

$$m = \frac{b^2 - a^2}{a^2 + b^2}, \quad p = \frac{b-a}{a+b}, \quad 16)$$

und beachtet, dass im ersten Coëfficienten geschrieben werden kann :

$$\frac{a^2 + b^2}{a+b} = \frac{\frac{1}{\frac{a+b}{a^2+b^2}}}{\frac{1}{\frac{2a}{a^2+b^2}}} = \frac{2a}{a+b},$$

so ist :

$$\frac{1}{a} \cdot \frac{a^2 + b^2}{a+b} = \frac{\frac{2a}{a+b}}{\frac{2a^2}{a^2+b^2}} = \frac{1-p}{1-m}, \quad 17)$$

und die Gleichung 15) nimmt die Form an :

$$\left(\frac{h}{a}\right)^2 = \left(\frac{1-p}{1-m}\right)^2 \frac{1 + m^2 - 2m \cos 2\varphi}{1 + p^2 - 2p \cos 2\varphi}. \quad 18)$$

Bildet man den Logarithmus dieses Ausdruckes, nämlich :

$$\begin{aligned} \log \frac{h}{a} &= \log (1-p) - \log (1-m) + \frac{1}{2} \log (1 + m^2 - 2m \cos 2\varphi) \\ &\quad - \frac{1}{2} \log (1 + p^2 - 2p \cos 2\varphi), \end{aligned}$$

und wendet auf die ersteren beiden Glieder die Reihe 9), auf die letzteren die Reihe 12) unter Berücksichtigung der Ausgangsform 11) an, so findet sich :

$$\log \frac{h}{a} = \operatorname{Mod} \left\{ \begin{aligned} &(m-p) + \frac{1}{2} (m^2 - p^2) + \frac{1}{2} (m^3 - p^3) + \dots \\ &-(m-p) \cos 2\varphi - \frac{1}{2} (m^2 - p^2) \cos 4\varphi - \frac{1}{2} (m^3 - p^3) \cos 6\varphi \dots \end{aligned} \right\} \quad 19)$$

oder mit Einführung der numerischen Werthe :

$$\log h = 9.999\,2747 + 0.000\,7271 \cos 2\varphi - 0.000\,0018 \cos 4\varphi.$$

Das Berliner astr. Jahrbuch gibt seit dem Jahre 1868 in dem Verzeichnisse der Sternwarten für jede derselben die geocentrische Breite  $\varphi'$  und  $\log h$ .

Noch bequemer gestaltet sich die Rechnung durch Einführung der von Hansen zuerst benützten excentrischen Polhöhe. Schreibt man die Gleichung der Ellipse in der Gestalt :

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

und setzt  $\cos \varphi_1 = \frac{x}{a}$ , was wegen  $x < a$  unter allen Umständen gestattet ist, so wird in Folge der eben hingeschriebenen Gleichung für die Ellipse nothwendig :

$$\sin \varphi_1 = \frac{y}{b} \text{ oder } y = b \sin \varphi_1. \quad 20)$$

Es bestehen daher die Relationen :

$$\frac{x}{a} = \frac{h}{a} \cos \varphi' = \cos \varphi_1, \quad \frac{y}{b} = \frac{h}{b} \sin \varphi' = \sin \varphi_1;$$

daraus folgt :

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{a}{b} \operatorname{tg} \varphi',$$

und in Verbindung mit 2) (pag. 29) :

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{b}{a} \operatorname{tg} \varphi. \quad 21)$$

Macht man wieder von der Reihe 10) Gebrauch und setzt wie oben (Gl. 16) pag. 31) :

$$p = \frac{b-a}{a+b}, \quad 22)$$

so wird sein :

$$\varphi_1 - \varphi = p \sin 2\varphi + \frac{1}{3} p^2 \sin 4\varphi + \frac{1}{5} p^3 \sin 6\varphi + \dots, \quad 23)$$

oder numerisch in Einheiten der Bogensekunde :

$$\varphi_1 - \varphi = -5' 45'' 33 \sin 2\varphi + 0'' 29 \sin 4\varphi - \dots \quad 24)$$

Der Coëfficient des nächsten Gliedes beträgt nur  $-0''0003$ . Drückt man die Coordinaten in Einheiten des Äquatorhalbmessers  $a$  aus, so wird :

$$\left. \begin{aligned} x &= \cos \varphi_1 \\ y &= b \sin \varphi_1 \\ \log b &= 9.998\,5458. \end{aligned} \right\} \quad 25)$$

Die bisherigen Entwicklungen haben die Möglichkeit geboten, mit Hilfe der Beobachtungszeit und der geographischen Breite des Beobachtungsortes seine Coordinaten zu finden und es kann nun an die Lösung der eigentlichen Aufgabe geschritten werden, die jedoch in zwei wesentlich verschiedenen Formen durchgeführt werden können, je nachdem die Entfernung des Gestirns von der Erde (mindestens näherungsweise, bekannt oder völlig unbekannt ist. Ist die Entfernung des Gestirns bekannt, so ist es am zweckmässigsten, die Beobachtung selbst vom Einflusse der Parallaxe zu befreien, d. h. dieselbe auf das Erdcentrum zu reduciren. Da die Beobachtungen sich

meist auf den Äquator als Fundamentalebene beziehen, so dürfte es für den vorliegenden Zweck hinreichend sein, den Einfluss der Parallaxe in Rectascension und Declination abzuleiten und nur die ersten Potenzen der Änderungen mitzunehmen; denn die Parallaxe kommt nur bei solchen Himmelskörpern in Betracht, die sich ausserhalb der Attractionssphäre der Erde befinden, kann also nur kleine Werthe erreichen. Sind  $\alpha$ ,  $\delta$  und  $\varrho$  die geocentrischen Coordinaten des Himmelskörpers,  $\alpha'$ ,  $\delta'$  und  $\varrho'$  aber dieselben Coordinaten in Bezug auf den Beobachtungsort, so erhält man durch die Transformation der Coordinaten zunächst:

$$\begin{aligned}\varrho' \cos \delta' \cos \alpha' &= \varrho \cos \delta \cos \alpha - h \cos \varphi' \cos \theta \\ \varrho' \cos \delta' \sin \alpha' &= \varrho \cos \delta \sin \alpha - h \cos \varphi' \sin \theta \\ \varrho' \sin \delta' &= \varrho \sin \delta - h \sin \varphi'.\end{aligned}$$

Bei diesen Relationen ist zu beachten, dass  $h$ ,  $\varrho$  und  $\varrho'$  in derselben Einheit auszudrücken sind. Betrachtet man der oben angeführten Voraussetzung gemäss  $h$  als eine im Verhältnis zu  $\varrho$  und  $\varrho'$  kleine Grösse erster Ordnung, und demnach die Unterschiede  $\alpha - \alpha'$ ,  $\delta - \delta'$  und  $\varrho - \varrho'$  ebenfalls als solche, so wird man setzen können:

$$\left. \begin{aligned}-h \cos \varphi' \cos \theta &= dx \\ -h \cos \varphi' \sin \theta &= dy \\ -h \sin \varphi' &= dz.\end{aligned} \right\} \quad 26)$$

Durch Differentiation der Ausdrücke:

$$\begin{aligned}x &= \varrho \cos \delta \cos \alpha \\ y &= \varrho \cos \delta \sin \alpha \\ z &= \varrho \sin \delta,\end{aligned}$$

wird erhalten:

$$\begin{aligned}dx &= -\varrho \cos \delta \sin \alpha d\alpha - \varrho \cos \alpha \sin \delta d\delta + \cos \delta \cos \alpha d\varrho \\ dy &= \varrho \cos \delta \cos \alpha d\alpha - \varrho \sin \alpha \sin \delta d\delta + \cos \delta \sin \alpha d\varrho \\ dz &= \varrho \cos \delta d\delta + \sin \delta d\varrho.\end{aligned}$$

Multiplicirt man die erste Gleichung mit  $-\sin \alpha$ , die zweite mit  $\cos \alpha$ , so wird nach Addition beider:

$$d\alpha = -\frac{\sin \alpha}{\varrho \cos \delta} dx + \frac{\cos \alpha}{\varrho \cos \delta} dy;$$

multiplicirt man aber die erste mit  $\cos \alpha$ , die zweite mit  $\sin \alpha$  und addirt, so folgt:

$$\cos \alpha dx + \sin \alpha dy = \cos \delta d\varrho - \varrho \sin \delta d\delta.$$

Multiplicirt man diese Gleichung mit  $-\sin \delta$  und addirt dazu den für  $dz$  gegebenen Werth, nachdem derselbe mit  $\cos \delta$  multiplicirt worden ist, so wird gefunden:

$$d\delta = -\frac{\cos \alpha \sin \delta}{\varrho} dx - \frac{\sin \alpha \sin \delta}{\varrho} dy + \frac{\cos \delta}{\varrho} dz.$$

Für manche Zwecke ist auch die Kenntnis von  $d\varrho$  wünschenswerth; den Ausdruck hierfür wird man leicht aus den beiden Gleichungen erhalten, die zur Bestimmung von  $d\delta$  gedient haben, wenn man die eine statt mit  $-\sin \delta$  mit  $\cos \delta$ , die andere statt mit  $\cos \delta$  mit  $\sin \delta$  multiplicirt und addirt. Es findet sich dann:

$$d\varrho = \cos \alpha \cos \delta dx + \sin \alpha \cos \delta dy + \sin \delta dz.$$

Setzt man für  $dx$ ,  $dy$  und  $dz$  die in 26) erhaltenen Werthe ein. für  $h$ , um dasselbe in Einheiten des Erdbahnhalmessers auszudrücken,  $h\pi$  wo  $\pi$  die Sonnenparallaxe und schreibt ausserdem:

$$d\alpha = \alpha' - \alpha \quad d\delta = \delta' - \delta \quad dq = q' - q,$$

so werden die Correctionen, welche an die Beobachtung anzubringen sind, um diese auf den Erdmittelpunkt zu beziehen:

$$\left. \begin{aligned} \alpha - \alpha' &= \frac{\pi h \cos \varphi' \sin (\theta - \alpha)}{q \cos \delta} \\ \delta - \delta' &= \frac{\pi h}{q} [-\sin \delta \cos \varphi' \cos (\theta - \alpha) + \cos \delta \sin \varphi'] \\ q - q' &= \pi h [\cos \delta \cos \varphi' \cos (\theta - \alpha) + \sin \delta \sin \varphi'] \end{aligned} \right\} \quad 27)$$

Die Kenntniss von  $q - q'$  wird in den seltensten Fällen in Betracht kommen, die Berechnung dieser Grösse daher wohl stets weggelassen werden können.

Die eben mitgetheilten Formeln eignen sich in dieser Gestalt besonders dazu, die Bestimmung der Parallaxe durch Tafeln, welche für jede Sternwarte gesondert berechnet werden müssen, zu erleichtern, ohne dass dieselben einen übermässig grossen Umfang erheischen würden. Berechnet man für eine gegebene Sternwarte den Ausdruck:

$$\pi h \sin \varphi' = \pi \frac{b}{a} \sin \varphi_1 = D_2,$$

und bringt mit dem Argumente Stundenwinkel die Werthe:

$$\left. \begin{aligned} A &= \pi h \cos \varphi' \sin (\theta - \alpha) = \pi \cos \varphi_1 \sin (\theta - \alpha) \\ D_1 &= -\pi h \cos \varphi' \cos (\theta - \alpha) = -\pi \cos \varphi_1 \cos (\theta - \alpha), \end{aligned} \right\} \quad 28)$$

in eine Tafel, so berechnet sich die Correction für Parallaxe nach der Form:

$$\left. \begin{aligned} \alpha - \alpha' &= \frac{A}{q \cos \delta} \\ \delta - \delta' &= \frac{D_1}{q} \sin \delta + \frac{D_2}{q} \cos \delta. \end{aligned} \right\} \quad 29)$$

Wollte man auch die Correction der Distanz kennen, so würde für diesen Fall sein:

$$q - q' = -D_1 \cos \delta + D_2 \sin \delta.$$

Man wird bemerken, dass man für  $A$  und  $D_1$  dieselbe Tafel benützen kann, da beide Werthe nur insofern sich unterscheiden, als das Argument von  $D_1$  um  $-90^\circ$  von jenem für  $A$  verschieden ist. Tafeln für mehrere Sternwarten, nach diesen Formeln berechnet, finden sich in der Inauguraldissertation von H. Kreutz »Über die Bahn des grossen Kometen von 1861, Bonn 1880.«

Stehen keine derartigen Hilfstafeln zu Gebote, so wird man die obigen Formeln durch Einführung eines Hilfswinkels für die Rechnung bequemer zurecht legen. Setzt man:

$$\begin{aligned} \sin \varphi' &= g \sin \gamma \\ \cos \varphi' \cos (\theta - \alpha) &= g \cos \gamma. \end{aligned}$$

so wird die Berechnung der Correction für Parallaxe, da:

$$g = \frac{\sin \varphi'}{\sin \gamma}.$$

ist, durch die folgenden Formeln bewerkstelligt werden können :

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma &= \frac{\operatorname{tg} \varphi'}{\cos (\theta - \alpha)} \\ \alpha - \alpha' &= \frac{A}{\varrho} \frac{\sin (\theta - \alpha)}{\cos \delta} & A &= \frac{\pi h \cos \varphi'}{15} \\ \delta - \delta' &= \frac{D}{\varrho} \frac{\sin (\gamma - \delta)}{\sin \gamma} & D &= \pi h \sin \varphi'. \end{aligned} \right\} 30)$$

Da die Rechnung nach diesen Formeln, wenn nur die Logarithmen der Werthe  $\operatorname{tg} \varphi'$ ,  $A$  und  $D$  für jede einzelne Sternwarte gegeben sind, kaum mehr Zeit in Anspruch nimmt, als jene nach den obigen Ausdrücken mit Anwendung besonderer Hilfstafeln, so habe ich unter Benützung der Newcomb'schen Sonnenparallaxe (pag. 23) in der Tafel III, welche auch die Längen und die Reductionen der Sternzeit im mittl. Mittag enthält (vergl. pag. 26), die diesbezüglichen Logarithmen für alle im Berliner astr. Jahrbuch für 1883 angeführten Sternwarten auf vier Decimalen angesetzt; dieselbe ist von Ginzelsiebenstellig berechnet worden. Die Division des Ausdrucks  $\pi h \cos \varphi'$  durch 15, welche den Coefficienten  $A$  ergibt, erklärt sich daraus, dass die Rectascensionen meist in Zeitmass angesetzt sind; die obigen Formeln geben die Parallaxencorrection für die Rectascension in Zeitsekunden, für die Declination in Bogensekunden.

Wollte man  $\varrho - \varrho'$  ebenfalls bestimmen, so findet sich leicht in Einheiten des Radius:

$$\varrho - \varrho' = D \frac{\cos (\gamma - \delta)}{\sin \gamma} \operatorname{arc} 1''.$$

Die Grössen  $\operatorname{tg} \varphi'$ ,  $A$  und  $B$  können ebenfalls leicht durch die excentrische Polhöhe ausgedrückt werden, man erhält:

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{b}{a} \operatorname{tg} \varphi_1, \quad A = \frac{\pi}{15} \cos \varphi_1, \quad D = \pi \frac{b}{a} \sin \varphi_1.$$

Ich werde nun ein Beispiel vollständig durchführen. Der Komet III 1862 wurde in Clinton am 31. Juli 1862 wie folgt beobachtet:

1862 Juli 31.  $11^h 26^m 24^s.4$  mittl. Z. Clinton.  $\alpha = 5^h 55^m 11^s.12$ ,  $\delta = + 73^\circ 10' 6''.7$ , Es war für diese Zeit  $\log \varrho = 0.0237$ . Aus der Tafel III findet sich für Clinton:

$$\begin{aligned} \log \operatorname{tg} \varphi' &= 9.9676 \\ \log \frac{\pi h \cos \varphi'}{15} &= 9.6352 = \log A \\ \log \pi h \sin \varphi' &= 0.7788 = \log D. \end{aligned}$$

Zuerst ermittelt man, indem die Acceleration mit dem Argument: Beobachtungszeit + Länge (vergl. pag. 27), aus der Tafel I entnommen wird, die Sternzeit und den Stundenwinkel:

|                        |                  |                                 |
|------------------------|------------------|---------------------------------|
| mittl. Zeit            | $11^h 26^m 24^s$ | $\theta = 20^h 4^m 31^s$        |
| Acc. für $17^h 21^m 6$ | $+ 2 \ 51$       | $\theta - \alpha = 14 \ 9 \ 20$ |
| Sternzt. Juli 31.0     | $8 \ 35 \ 16$    | $= 212^\circ 20' 0.$            |

Die weitere Rechnung stellt sich so:

|                            |                   |                                  |             |                                  |             |
|----------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
| $\cos (\theta - \alpha)$   | $9.9268$          | $\sin (\theta - \alpha)$         | $9.7282$    | $\sin (\gamma - \delta)$         | $9.9337$    |
| $\operatorname{tg} \gamma$ | $0.0408$          | $A \sin (\theta - \alpha)$       | $9.3634$    | $D \sin (\gamma - \delta)$       | $0.7125$    |
| $\gamma$                   | $132^\circ 18' 8$ | $\cos \delta$                    | $9.4618$    | $\sin \gamma$                    | $9.8689$    |
| $\gamma - \delta$          | $59 \ 8.7$        | $\log (P_\alpha \times \varrho)$ | $9.9016$    | $\log (P_\delta \times \varrho)$ | $0.8436$    |
|                            |                   | $d\alpha$                        | $- 0^s.755$ | $d\delta$                        | $+ 6''.61.$ |

Die Beobachtung, reducirt auf den Erdmittelpunkt, ist demnach:

$$\alpha = 5^h 55^m 10^s 37 \quad , \quad \delta = + 73^\circ 10' 13'' 3.$$

Die Berechnung von  $d\varrho$  habe ich als nicht nöthig übergangen.

Bei Meridianbeobachtungen, für welche der Stundenwinkel  $(\theta - \alpha)$  je nachdem die obere oder untere Culmination stattfindet, gleich  $0^\circ$  oder  $180^\circ$  wird, gestaltet sich die Berechnung der Parallaxe höchst einfach; indem die oben aufgestellten Formeln die folgende Gestalt annehmen:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Obere Culmination:} \\ \alpha - \alpha' = 0 \\ \delta - \delta' = \frac{\pi h}{\varrho} \sin (\varphi' - \delta) \\ \varrho - \varrho' = \pi h \cos (\varphi' - \delta) \text{ arc } 1'' \\ \text{Untere Culmination:} \\ \alpha - \alpha' = 0 \\ \delta - \delta' = \frac{\pi h}{\varrho} \sin (\varphi' + \delta) \\ \varrho - \varrho' = - \pi h \cos (\varphi' + \delta) \text{ arc } 1'' \end{array} \right\} 31)$$

Wesentlich anders muss das Problem behandelt werden, wenn die Distanz des Himmelskörpers von der Erde nicht bekannt ist, ein Fall, der bei ersten Bahnbestimmungen eintritt; man kann nun nicht mehr die Beobachtung für Parallaxe corrigiren, sondern man muss den Erdort, der aus den Ephemeriden entlehnt wird und für den Mittelpunkt gilt, entsprechend dem Beobachtungsorte ändern; da aber in der Regel die Sonnenorte der Rechnung zu Grunde gelegt werden, so werde ich die Formeln unmittelbar so stellen, dass man den Sonnenort dem Standpunkte des Beobachters entsprechend verbessert. Wird der Äquator als Fundamentalebene gewählt, was allerdings bei ersten Bahnbestimmungen selten mit Vortheil geschieht, so wird man am besten das folgende Verfahren einschlagen. Man entlehnt die auf ein bestimmtes Äquinotium bezogenen Längen, Breiten und Entfernungen der Sonne aus der Ephemeride und berechnet auf die früher (pag. 16) gezeigte Weise die rechtwinkligen Coordinaten; sind dieselben  $X, Y, Z$ , so sind die Coordinaten des Sonnenmittelpunktes in Bezug auf den Beobachtungsort:

$$\begin{array}{l} X - \xi \\ Y - \eta \\ Z - \zeta. \end{array}$$

Bezeichnet man die für Parallaxe corrigirte Rectascension, Declination und Entfernung der Sonne mit  $A_0, D_0$  und  $R_0$ , so wird sein:

$$\begin{array}{l} R_0 \cos A_0 \cos D_0 = R \cos L - \pi h \cos \varphi' \cos \theta \text{ arc } 1'' \\ R_0 \sin A_0 \cos D_0 = R \sin L \cos \varepsilon - 19.3 B'' - \pi h \cos \varphi' \sin \theta \text{ arc } 1'' \\ R_0 \sin D_0 = R \sin L \sin \varepsilon + 44.5 B'' - \pi h \sin \varphi' \text{ arc } 1''. \end{array}$$

Da die Erde nur unbedeutende Abweichungen aus der Ebene der Ekliptik macht, so erhält die auf diese senkrechte Coordinate ihrer Kleinheit wegen entweder ganz

fortgelassen werden kann oder durch Anbringung von kleinen Correctionen leicht in voller Strenge berücksichtigt wird, so wählt man bei ersten Bahnbestimmungen mit Vortheil die Ekliptik als Fundamentalebene. Die Genauigkeit der jetzigen Beobachtungen wird es gerechtfertigt erscheinen lassen, die aus der Berücksichtigung der Sonnenbreiten entstehenden Correctionen wenigstens bei Planetenbahnbestimmungen mitzunehmen, da durch das folgende von Gauss in Vorschlag gebrachte Verfahren die Sonnenbreiten, mit der Parallaxe vereinigt, leicht in Rechnung gezogen werden können: diese Methode ist jedoch nicht anwendbar, wenn die Breite des beobachteten Objectes der Null gleich ist. Gauss führt nämlich statt des Beobachtungsortes einen andern Ort, den *locus fictus*, ein, den er dadurch bestimmt, dass in demselben die Sehlinie (die Verbindungslinie zwischen Beobachter und Himmelskörper) die Ekliptik schneidet. Wie man sieht, ist die Breite dieses *locus fictus* der Bestimmung gemäss gleich Null und projecirt sich der Himmelskörper vom *locus fictus* und dem Beobachtungsorte aus auf dieselbe Stelle der Himmelskugel. Da das Licht eine bestimmte Zeit braucht, um vom Beobachtungsorte zum *locus fictus* zu gelangen, so wird dem entsprechend bei Übertragung der Beobachtung auf den neuen Ort an die Zeit derselben eine Correction berücksichtigt werden müssen, über welche das Nöthige weiters beigebracht werden soll.

Die Fundamentalebene ist nun die Ekliptik und es müssen die geocentrischen Coordinaten des Beobachtungsortes auf dasselbe Coordinatensystem bezogen werden. Da man  $\theta$  als geocentrische Rectascension und  $\varphi'$  als Declination des Beobachtungsortes auffassen kann, so wird man einfach diese Coordinaten nach den bekannten Vorschriften in Länge und Breite umsetzen. Diese Berechnung kann mit vier- oder fünfstelligen Tafeln durchgeführt werden. Man hat hierfür (vergl. 11) pag. 14):

$$\left. \begin{aligned} n \sin N &= \sin \varphi' \\ n \cos N &= \cos \varphi' \sin \theta \\ \cos b \sin l &= n \cos (N - \epsilon) \\ \cos b \cos l &= \cos \varphi' \cos \theta \\ \sin b &= n \sin (N - \epsilon), \end{aligned} \right\} \quad 32)$$

in welchen Formeln  $l$  und  $b$  die geocentrische Länge und Breite des Zenithes des Beobachtungsortes (Nonagesimus) sind;  $h$  bleibt natürlich ungeändert. Nennt man  $L_0$ ,  $B$  und  $R_0$  die geocentrischen Coordinaten der Sonne,  $L$  und  $R$  die Coordinaten der Sonne vom *locus fictus* aus gezählt, und sind  $\lambda$  und  $\beta$  die beobachteten Längen und Breiten,  $\varrho_0$  die Entfernung des Himmelskörpers vom Beobachter,  $\varrho$  die Entfernung des ersteren vom *locus fictus*, so sind die heliocentrischen rechtwinkligen Coordinaten des *locus fictus*:

$$\begin{aligned} & - R \cos L \\ & - R \sin L, \end{aligned}$$

die heliocentrischen rechtwinkligen Coordinaten des Erdcentrums:

$$\begin{aligned} & - R_0 \cos L_0 \cos B \\ & - R_0 \sin L_0 \cos B \\ & - R_0 \sin B, \end{aligned}$$

die geocentrischen Coordinaten des Beobachtungsortes :

$$h \cos l \cos b$$

$$h \sin l \cos b$$

$$h \sin b,$$

wobei aber bemerkt werden muss, dass  $h$ , sobald dasselbe in Einheiten des Äquatorhalbmessers der Erde ausgedrückt wird, um die Coordinaten homogen zu machen, mit  $\sin \pi$  multiplicirt werden muss. Endlich sind die Coordinaten des Beobachtungsortes vom locus fictus aus :

$$(\varrho - \varrho_0) \cos \lambda \cos \beta$$

$$(\varrho - \varrho_0) \sin \lambda \cos \beta$$

$$(\varrho - \varrho_0) \sin \beta.$$

Zwischen diesen Coordinaten bestehen aber offenbar die Relationen :

$$\left. \begin{aligned} -R \cos L &= -(\varrho - \varrho_0) \cos \lambda \cos \beta - R_0 \cos L_0 \cos B + h \sin \pi \cos l \cos b \\ -R \sin L &= -(\varrho - \varrho_0) \sin \lambda \cos \beta - R_0 \sin L_0 \cos B + h \sin \pi \sin l \cos b \\ 0 &= -(\varrho - \varrho_0) \sin \beta - R_0 \sin B + h \sin \pi \sin b. \end{aligned} \right\} 33)$$

Multiplicirt man die erste dieser Gleichungen mit  $\sin L_0$ , die zweite mit  $-\cos L_0$  und addirt beide, ferner die erste mit  $-\cos L_0$ , die zweite mit  $-\sin L_0$  und addirt ebenfalls, so erhält man, nachdem für  $(\varrho - \varrho_0)$  der Werth aus der dritten Gleichung substituirt worden ist, sofort :

$$\left. \begin{aligned} R \sin(L - L_0) &= \frac{R_0 \sin B}{\operatorname{tg} \beta} \sin(L_0 - \lambda) + h \sin \pi [\cos b \sin(L_0 - l) - \frac{\sin b}{\operatorname{tg} \beta} \sin(L_0 - \lambda)] \\ R \cos(L - L_0) &= R_0 \cos B - \frac{R_0 \sin B}{\operatorname{tg} \beta} \cos(L_0 - \lambda) - h \sin \pi [\cos b \cos(L_0 - l) - \frac{\sin b}{\operatorname{tg} \beta} \cos(L_0 - \lambda)] \end{aligned} \right\} 34)$$

aus welchen Gleichungen  $R$  und  $(L - L_0)$  bestimmt werden können. Im Allgemeinen wird der Bogen  $L - L_0$  und der Unterschied  $R - R_0$  klein sein und es wird genügen, nur die ersten Potenzen dieser Grössen in Rechnung zu ziehen; dem entsprechend sind die weiter folgenden Transformationen durchgeführt. Für sehr kleine Werthe von  $\beta$  können die aus der Einführung des locus fictus entstandenen Correctionen sehr merklich werden; in diesen Fällen wird also die Berechnung nach den strengen Formeln 34) nothwendig. Wird  $\beta = 0$ , so verliert das Verfahren seine Brauchbarkeit und man muss auf seine Benützung verzichten. Um nun für die gewöhnliche Anwendung geeignete Formeln zu erhalten, entwickelt man aus 34) leicht mit Berücksichtigung der ersten Potenzen der kleinen Grössen :

$$L = L_0 + \frac{\sin(L_0 - \lambda)}{\operatorname{tg} \beta} [B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b] + \frac{h\pi}{R_0} \cos b \sin(L_0 - l)$$

$$R = R_0 - R_0 \frac{\cos(L_0 - \lambda)}{\operatorname{tg} \beta} [B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b] - h\pi \cos b \cos(L_0 - l) \text{ arc } 1''.$$

Da  $\log R_0$  aus den Ephemeriden unmittelbar entnommen wird, so ist die Kenntnis von  $d \log R_0$  wünschenswerther als diejenige von  $d R_0$ . Die auf pag. 30 angegebene logarithmische Reihe gibt, wenn man :

$$\frac{R}{R_0} = 1 - m,$$

setzt, zunächst :

$$\log \frac{R}{R_0} = M \left\{ -m - \frac{1}{2} m^2 - \frac{1}{3} m^3 - \dots \right\}.$$



und, indem man bei den ersten Potenzen stehen bleibt und den oben für  $m$  gefundenen Werth substituirt:

$$\log R = \log R_0 - M \left\{ \frac{\cos (L_0 - \lambda)}{\operatorname{tg} \beta} \left[ B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b \right] + \frac{h\pi}{R_0} \cos b \cos (L_0 - l) \right\},$$

wobei, wenn die Correction des briggschen Logarithmus von  $R_0$  in Einheiten der siebenten Decimale gefunden werden soll, zu setzen ist:

$$\log M = 1.32336.$$

Es erübrigt noch, die Zeit zu bestimmen, welche das Licht braucht, um vom Beobachtungsorte zum locus fictus zu gelangen. Aus der dritten Gleichung 33) findet man mit Berücksichtigung der ersten Potenzen:

$$q - q_0 = \frac{R_0}{\sin \beta} \left[ \frac{h\pi}{R_0} \sin b - B \right] \operatorname{arc} 1''.$$

Da das Licht nach Nyrén's Aberrationsconstante 498.65 Zeitsekunden braucht, um die Entfernung 1 zu durchheilen, so wird die Correction der Beobachtungszeit:

$$dt = \frac{R_0}{\sin \beta} \left[ \frac{h\pi}{R_0} \sin b - B \right] 498.65 \operatorname{arc} 1''.$$

Will man diese Correction in Einheiten des mittleren Sonnentages haben, so wird annehmen sein:

$$dt = \frac{R_0}{\sin \beta} \left[ B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b \right] C$$

$$\log C = 2.44686 - 10.$$

Die zur Berechnung des locus fictus nöthigen Formeln sind also, übersichtlich zusammengestellt:

$$\left. \begin{aligned} L &= L_0 + \frac{\sin (L_0 - \lambda)}{\operatorname{tg} \beta} \left[ B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b \right] + \frac{h\pi}{R_0} \cos b \sin (L_0 - l) \\ \log R &= \log R_0 - M \left\{ \frac{\cos (L_0 - \lambda)}{\operatorname{tg} \beta} \left[ B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b \right] + \frac{h\pi}{R_0} \cos b \cos (L_0 - l) \right\} \\ dt &= \frac{R_0}{\sin \beta} \left[ B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b \right] C \\ \log M &= 1.32336 \\ \log C &= 2.44686 - 10. \end{aligned} \right\} 35)$$

Die Correction von  $\log R_0$  wird in Einheiten der siebenten, die von  $dt$  in Einheiten des mittleren Sonnentages erhalten.

Als Beispiel wähle ich die Reduction einer Beobachtung des Planeten Elpis auf den locus fictus; die Grundlage der Rechnung bildeten nachstehende Werthe:

1868 Mai 18 10<sup>h</sup> 33<sup>m</sup> 9<sup>s</sup> mittl. Zeit Josefstadt = Mai 18.43 1465 \*) mittl. Zeit Berlin

$$\lambda = 258^\circ 58'5$$

$$\beta = + 12^\circ 48'3$$

$$L_0 = 58^\circ 9' 2''10$$

$$B = - 0''36 \quad \log R_0 = 0.005 2850$$

$$\theta = 215^\circ 7'5$$

$$\varphi' = 48^\circ 1'5 \quad \log h\pi = 0.9460.$$

Die Bestimmung der Länge und Breite des Zenithes des Beobachtungsortes gab:

$$l = 185^\circ 57' \quad b = 56^\circ 38'.$$

\*) Für die Verwandlung der in Stunden, Minuten und Sekunden angesetzten Beobachtungszeit wird man den zweiten Theil der Tafel XIX im zweiten Bande mit Vortheil benützen können.

Es fand sich weiter:

$$\begin{array}{llllll}
 \log \frac{h\pi}{R_0} & 0.9407 & \sin (L_0 - \lambda) & 9.5508 & L_0 - l & 232^\circ 12' 0 \\
 \sin b & 9.9217 & \cotg \beta & 0.6434 & \sin (L_0 - l) & 9.8977 \\
 \cos b & 9.7404 & \cos (L_0 - \lambda) & 9.9706 & \cos (L_0 - l) & 9.7874 \\
 \frac{h\pi}{R_0} \sin b & + 7''285 & \log dL_1 & 1.0776 & \log dL_{II} & 0.5788 \\
 B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b & - 7''645 & dL_1 & - 11''957 & dL_{II} & - 3''792 \\
 \log \left[ B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b \right] & 0.8834 & \log d \log R_1 & 2.8208 & \log d \log R_{II} & 1.7919 \\
 \log \frac{h\pi}{R_0} \cos b & 0.6811 & d \log R_1 & - 661.9 & d \log R_{II} & + 61.9 \\
 (L_0 - \lambda) & 159^\circ 10' 5 & \mathcal{A} L_0 & - 15''75 & \mathcal{A} \log R_0 & - 600.
 \end{array}$$

Die Correction, welche an die Beobachtungszeit anzubringen ist, findet man:

$$\begin{array}{ll}
 \operatorname{cosec} \beta & 0.654 \\
 \log \frac{dt}{C} & 1.543 \\
 dt & + 0.000001.
 \end{array}$$

also so klein, dass dieselbe ohne Nachtheil vernachlässigt werden könnte. Man hat dem zufolge anzuwenden:

$$\begin{array}{l}
 T = 1868 \text{ Mai } 18.43 \text{ } 1460 \\
 L = 58^\circ 8' 46''35 \\
 \log R = 0.0052250.
 \end{array}$$

## Anhang.

Ein mit der Parallaxencorrection sehr verwandtes Problem, welches sich bei Bahnbestimmungen häufig darbietet, ist die Wegschaffung der Sonnenbreite aus der Rechnung, wenn die Distanzen  $\varrho$  genähert bekannt sind; wie dies ohne Kenntniss des Abstandes auf eine strenge Weise geschieht, ist eben gezeigt worden. Wird die Sonnenbreite, wie früher,  $B$  genannt, so ist der verticale Abstand des Erdmittelpunktes von der Ekliptik  $-R \sin B$ . Legt man nun durch den Erdmittelpunkt und das beobachtete Object vertical auf die Ekliptik eine Ebene und nimmt in derselben ein Coordinatensystem an, dessen Anfangspunkt der Erdmittelpunkt ist, und dessen X-Achse in der Durchschnittslinie dieser Ebene mit der Ekliptik liegt, so ist die  $x$ - und  $y$ -Coordinate des beobachteten Objectes, dessen geocentrische Breite mit  $\beta$  bezeichnet sei:

$$x = \varrho \cos \beta, \quad y = \varrho \sin \beta.$$

Die Coordinaten des auf die Ekliptik projecirten Erdmittelpunktes, auf welchen die Beobachtung bezogen werden soll, sind:

$$x' = 0, \quad y' = R \sin B,$$

daher die Coordinaten des beobachteten Objectes in Bezug auf den Projectionspunkt:

$$\begin{aligned} x'' &= \varrho'' \cos (\beta + d\beta) = x = \varrho \cos \beta \\ y'' &= \varrho'' \sin (\beta + d\beta) = y - y' = \varrho \sin \beta - R \sin B. \end{aligned}$$

Multiplicirt man die erste Gleichung mit  $-\sin \beta$ , die zweite mit  $\cos \beta$  und addirt, so findet sich sofort:

$$\varrho'' \sin (d\beta) = -R \cos \beta \sin B.$$

Bei der Kleinheit von  $B$  wird es aber genügen, die ersten Potenzen der Änderungen mitzunehmen, man wird daher haben:

$$d\beta = -\frac{RB}{\varrho} \cos \beta. \quad 1)$$

Die Länge bleibt natürlich ungeändert. Da  $R$  stets wenig von der Einheit verschieden ist, so kann mit hinreichender Genauigkeit die Reduction der beobachteten Breite berechnet werden nach:

$$d\beta = -\frac{\cos \beta}{\varrho} B. \quad 2)$$

Man wird ohne Schwierigkeit bemerken, dass die stets unbedeutende Änderung der Distanz keinen merkbaren Einfluss auf die Beobachtungszeit ausüben kann.

## II. Abschnitt. Die Coordinaten in ihrem Verhältnisse zur Zeit.

### 1. Kepler's Gesetze.

Die bisherigen Erfahrungen lehren, dass jeder Körper im Raume auf jeden andern eine Fernwirkung ausübt, welche sich als eine Anziehung äussert. Nach Newton's den Erscheinungen im Allgemeinen genügender Hypothese über das Mass dieser Kraft, wirkt dieselbe proportional der Masse des Körpers und umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung. Es soll nicht untersucht werden, in wie weit diese Annahme über das Bild der Kraft berechtigt ist, ich führe hier nur an, dass diese Voraussetzungen selbst bei den genauesten Untersuchungen sich auf das Beste erproben; es ist also das Resultat der Kraft mindestens der Hauptsache nach richtig erfasst.

Das Problem der Bahnbestimmung muss demnach davon ausgehen, die Gesetze abzuleiten, welche sich für die Bewegung der Himmelskörper aus dem Newton'schen Attractionsgesetze ergeben. Vorläufig soll die Untersuchung auf den einfachsten Fall, das Problem zweier Körper, beschränkt werden: diese Einschränkung ist in Rücksicht auf die Massenvertheilung in unserem Sonnensysteme bei ersten Bahnbestimmungen gestattet; ferner können die Körper wegen ihrer nahezu sphärischen Gestalt als materielle Punkte betrachtet werden. Diese letztere Annahme wird überdies später bei den für die Untersuchung der Präcession und Nutation nöthigen Entwicklungen näher begründet werden.

Da die zu lösende Aufgabe dem Sonnensysteme angehört, so kann man, um für die in Betracht kommenden Kräfte ein Mass festzusetzen, als Einheit die Wirkung der Sonne einführen, welche als eine wesentlich positive Grösse durch  $k^2$  bezeichnet werden soll. Weil nun die Kraft durch ihre Wirkung in einer gewissen Zeit gemessen wird, gleichzeitig aber auch eine Function der Entfernung ist, so muss bestimmt werden, zu welcher Entfernung die Wirkung in der Zeiteinheit gehört. Man hat sich geeinigt, unter  $k^2$  die Wirkung der Sonne zu verstehen, die sie im Verlaufe der Zeiteinheit (mittlerer Sonnentag) in der Entfernung 1 (mittlere Entfernung der Erde von der Sonne) ausübt. Über die Bestimmung dieser Grösse aus den Beobachtungen und die hierbei zu berücksichtigenden Voraussetzungen wird das Nöthige weiter unten folgen.

Um die Differentialgleichungen für die Bewegung zweier Massenpunkte  $M$  und  $m$  zu erhalten, soll ein festes rechtwinkliges Coordinatensystem angenommen werden; die Coordinaten des Massenpunktes  $M$  seien  $\xi'$ ,  $\eta'$  und  $\zeta'$ , die von  $m$  aber  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$ ; die Entfernung beider Massenpunkte  $r$  wird dann offenbar bestimmt sein durch:

$$r^2 = (\xi' - \xi)^2 + (\eta' - \eta)^2 + (\zeta' - \zeta)^2,$$

und die anziehende Wirkung beider Körper aufeinander nach dem Newton'schen Attractionsgesetze:

$$\frac{Mm}{r^2},$$

mit welcher Kraft beide Körper sich einander zu nähern streben. Um nun das d'Alembert'sche Princip anwenden zu können, nach welchem die bewegende Kraft dem Producte der bewegten Masse in die Beschleunigung gleich gesetzt werden muss, wird man vorerst die Gesamtkraft in die Componenten nach den Achsen zu zerlegen haben. Bezeichnet man mit  $(xr)$ ,  $(yr)$  und  $(zr)$  die Winkel, welche die von  $M$  nach  $m$  gezogen gedachte Linie  $r$  mit den positiven Coordinatenachsen einschliesst und deren Cosinus offenbar durch:

$$\cos(xr) = \frac{\xi - \xi'}{r}, \quad \cos(yr) = \frac{\eta - \eta'}{r}, \quad \cos(zr) = \frac{\zeta - \zeta'}{r},$$

bestimmt sind, so erhält man der Reihe nach die auf den Massenpunkt  $M$  wirkenden Kraftcomponenten:

$$\begin{aligned} \frac{mM}{r^2} \cos(xr) &= \frac{mM}{r^3} (\xi - \xi') \\ \frac{mM}{r^2} \cos(yr) &= \frac{mM}{r^3} (\eta - \eta') \\ \frac{mM}{r^2} \cos(zr) &= \frac{mM}{r^3} (\zeta - \zeta'), \end{aligned}$$

welche nach dem d'Alembert'schen Principe den Ausdrücken:

$$M \frac{d^2\xi'}{dt^2}, \quad M \frac{d^2\eta'}{dt^2}, \quad M \frac{d^2\zeta'}{dt^2},$$

gleich zu setzen sind, also für die Bewegungsgleichungen des Massenpunktes  $M$  die Ausdrücke:

$$\frac{d^2\xi'}{dt^2} = \frac{m}{r^3} (\xi - \xi'), \quad \frac{d^2\eta'}{dt^2} = \frac{m}{r^3} (\eta - \eta'), \quad \frac{d^2\zeta'}{dt^2} = \frac{m}{r^3} (\zeta - \zeta').$$

Um die Bewegungsgleichungen für den zweiten Massenpunkt zu erhalten, wird man zu beachten haben, dass die Anziehung in der Richtung von  $m$  nach  $M$  wirkt, daher bei der Zerlegung nach den Componenten die oben benützten Cosinusfactoren mit umgekehrtem Zeichen einzuführen sind. Man gelangt dann durch den früher gezogenen ganz ähnliche Schlüsse zu den folgenden für  $m$  geltenden Bewegungsgleichungen:

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = \frac{M}{r^3} (\xi' - \xi), \quad \frac{d^2\eta}{dt^2} = \frac{M}{r^3} (\eta' - \eta), \quad \frac{d^2\zeta}{dt^2} = \frac{M}{r^3} (\zeta' - \zeta).$$

Führt man nun ein rechtwinkliges Coordinatensystem ein, welches seinen Anfangspunkt in  $M$  hat und dessen Coordinaten durch:

$$\xi - \xi' = x, \quad \eta - \eta' = y, \quad \zeta - \zeta' = z,$$

dargestellt werden und berücksichtigt, dass:

$$\begin{aligned} \frac{d^2\xi}{dt^2} - \frac{d^2\xi'}{dt^2} &= \frac{d^2x}{dt^2}, & \frac{d^2\eta}{dt^2} - \frac{d^2\eta'}{dt^2} &= \frac{d^2y}{dt^2}, & \frac{d^2\zeta}{dt^2} - \frac{d^2\zeta'}{dt^2} &= \frac{d^2z}{dt^2}, \\ r^2 &= x^2 + y^2 + z^2, \end{aligned}$$

wird, so gibt die Subtraction der obigen Bewegungsgleichungen, wenn man statt  $M$ , der obigen Definition entsprechend  $k^2$ , demnach für  $m$  den Werth  $mk^2$  einsetzt, also  $m$  in Theilen der Sonnenmasse ausdrückt, die Bewegungsgleichungen des Himmelskörpers in Bezug auf den Sonnenmittelpunkt wie folgt:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} + k^2(1+m) \frac{x}{r^3} &= 0 \\ \frac{d^2y}{dt^2} + k^2(1+m) \frac{y}{r^3} &= 0 \\ \frac{d^2z}{dt^2} + k^2(1+m) \frac{z}{r^3} &= 0. \end{aligned} \right\} 1)$$

Die nun vorzunehmende Integration dieser drei linearen Differentialgleichungen zweiter Ordnung wird auf sechs willkürliche Constanten führen, welche die Elemente der Bahn sind und aus den Beobachtungen bestimmt werden müssen.

Multiplicirt man die erste Gleichung mit  $-y$ , die zweite mit  $x$  und addirt, so erhält man sofort einen Ausdruck, der als ein vollständiges Differential erscheint; es wird nämlich:

$$x \frac{d^2y}{dt^2} - y \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d \left\{ x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right\}}{dt} = 0.$$

Multiplicirt man dann die erste Gleichung mit  $z$ , die dritte mit  $-x$  und addirt, und verbindet ebenso die zweite und dritte Gleichung in 1) nach Multiplication der ersten mit  $-z$ , der letzten mit  $y$ , so finden sich nach der Integration folgende drei Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} &= k_1 \\ z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} &= k_2 \\ y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} &= k_3; \end{aligned} \right\} 2)$$

$k_1$ ,  $k_2$  und  $k_3$  stellen Integrationsconstanten vor. Werden nun die Gleichungen 2) der Reihe nach mit  $z$ ,  $y$  und  $x$  multiplicirt und addirt, so erhält man sofort:

$$k_1 z + k_2 y + k_3 x = 0. \quad 3)$$

Diese Gleichung gehört einer Ebene an, welche durch den Anfangspunkt der Coordinaten (Sonnenmittelpunkt) geht, drückt also in analytischer Form das erste Kepler'sche Gesetz aus, welches lautet: Ein um die Sonne als Attractionscentrum sich bewegendes Himmelskörper beschreibt seine Bahn in einer Ebene, die durch den Sonnenmittelpunkt geht. Da bei Ableitung dieser Relation die das Attractions-gesetz enthaltenden zweiten Glieder in den Gleichungen 1) links vom Gleichheitszeichen eliminirt wurden, so ist das erste Kepler'sche Gesetz allen Centralbewegungen eigen. Der Gleichung 3) kann die Form

$$z + C_1 y + C_2 x = 0, \quad 4)$$

ertheilt werden, weshalb offenbar zur Definirung der Bewegungsebene zwei willkürliche Integrationsconstanten genügen, die in jedem speciellen Fall aus den Beobachtungen bestimmt werden müssen.

Für die weiteren Integrationen wird es sich als zweckmässig erweisen, von dem Resultate der Gleichung 3) Gebrauch zu machen und sofort die Bahnebene als die XY Ebene in die Gleichungen 1) einzuführen; dann sind  $z$  und dessen Ableitungen gleich Null zu setzen. Es liegen demnach für die weitere Behandlung die folgenden beiden Differentialgleichungen vor:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} + k^2(1+m) \frac{x}{r^3} &= 0 \\ \frac{d^2y}{dt^2} + k^2(1+m) \frac{y}{r^3} &= 0, \end{aligned} \right\} 5)$$

welche bei der Integration nunmehr auf vier willkürliche Integrationsconstanten führen werden. In der That sind zwei von den sechs ursprünglichen Integrationsconstanten in der Gleichung 4) aufgetreten.

Behandelt man die beiden letzten Gleichungen wie früher, so resultirt:

$$x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} = C_3, \quad 6)$$

wobei  $C_3$  die dritte Integrationsconstante ist. Weil das Differential des Sectors  $dS$ , je nachdem man polare oder rechtwinklige Coordinaten benützt, ausgedrückt ist durch:

$$2 dS = r^2 dv = x dy - y dx,$$

so folgt sofort aus 6):

$$2 dS = r^2 dv = x dy - y dx = C_3 dt. \quad 7)$$

Die Integration ergibt, wenn durch  $S$  eine Sectorfläche dargestellt wird:

$$2 S = C_3 t + C_4; \quad 8)$$

$C_4$  ist die vierte Integrationsconstante. Diese Gleichung spricht das zweite Kepler'sche Gesetz aus, welches aus denselben Gründen wie das erste von dem Attractionsgesetze unabhängig und demnach allen Centralbewegungen eigen ist, nämlich: Die durch den Radius vector eines bestimmten Himmelskörpers beschriebenen Flächen sind den Zeiten, in welchen sie überstrichen werden, direct proportional. Die Integrationsconstante  $C_4$  kann als jene doppelte Sectorfläche aufgefasst werden, die zwischen einem als fixe Ausgangslinie zu wählenden und dem für die Zeit  $t = 0$  stattfindenden Radius vector eingeschlossen ist.

Aus den Gleichungen 5) können noch andere Relationen abgeleitet werden, welche die restlichen zwei Integrationen ausführen lassen; indem man die erste mit  $2 dx : dt$ , die zweite mit  $2 dy : dt$  multiplicirt, erhält man nach der Addition der Producte:

$$2 \left\{ \frac{dx}{dt} \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{dy}{dt} \frac{d^2y}{dt^2} \right\} + \frac{2 k^2 (1+m)}{r^3} \left\{ x \frac{dx}{dt} + y \frac{dy}{dt} \right\} = 0.$$

Nun folgt aber aus der Gleichung:

$$r^2 = x^2 + y^2,$$

durch Differentiation:

$$r \frac{dr}{dt} = x \frac{dx}{dt} + y \frac{dy}{dt}, \quad 9)$$

daher man leicht findet:

$$\frac{d \left\{ \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 + \left( \frac{dy}{dt} \right)^2 \right\}}{dt} + \frac{2 k^2 (1+m)}{r^3} \cdot \frac{dr}{dt} = 0.$$

Wird nun mit  $dt$  multiplicirt, so gibt die Integration dieses Ausdruckes:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 - \frac{2k^2(1+m)}{r} = C_5, \quad 10)$$

womit die fünfte Integrationsconstante eingeführt erscheint. Man wird beachten, dass die zwei ersten Glieder zusammen das Quadrat der Geschwindigkeit darstellen; bezeichnet man dieselbe mit  $g$ , so resultirt aus 10):

$$g = \sqrt{C_5 + \frac{2k^2(1+m)}{r}}, \quad 11)$$

welche Gleichung später eine interessante Folgerung gestatten wird. Die Elimination des Quadrates der Geschwindigkeit aus 10) durch Benützung des Quadrates der Gleichung 6) (pag. 45) lässt zunächst für das letztere:

$$C_3^2 = x^2 \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + y^2 \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 - 2xy \frac{dx}{dt} \cdot \frac{dy}{dt} = (x^2 + y^2) \left\{ \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 \right\} - \left\{ x \frac{dx}{dt} + y \frac{dy}{dt} \right\}^2,$$

und nach 9) (pag. 45):

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 - \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = \frac{C_3^2}{r^2},$$

finden; subtrahirt man dieses Resultat von der Gleichung 10), so ist die gewünschte Elimination erreicht und man hat:

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = \frac{1}{r^2} \{C_5 r^2 + 2k^2(1+m)r - C_3^2\},$$

oder:

$$\pm dt = \frac{r dr}{\sqrt{C_5 r^2 + 2k^2(1+m)r - C_3^2}}, \quad 12)$$

wobei das Doppelzeichen durch die Radicirung auftritt. Die Gleichung 12) kann offenbar in geschlossener Form integrirt werden, und würde dann die sechste und letzte Integrationsconstante einführen; weil jedoch die hieraus resultirenden Ausdrücke anderweitig bequemer erlangt werden können, so soll diese Integration hier nicht vorgenommen werden. Will man durch die sechste Integration sogleich die Gestalt der Curve, welche der Himmelskörper beschreibt, erhalten, so wird man  $dv$  als Function von  $r$  und  $dr$  darstellen müssen.

Aus der Gleichung 7) (pag. 45) folgt:

$$dt = \frac{r^2 dv}{C_3},$$

somit gibt die Gleichung 12) die Relation:

$$\pm dv = \frac{C_3 dr}{r \sqrt{C_5 r^2 + 2k^2(1+m)r - C_3^2}}, \quad 13)$$

aus welcher durch die letzte Integration die Form der Curve erhalten werden kann; hierbei wird auch die Zweideutigkeit des Zeichens wegfallen. Um die Integration leichter ausführen zu können, wird es sich empfehlen, die Constanten  $C_3$  und  $C_5$  durch zwei andere Grössen,  $a$  und  $e$ , zu ersetzen, welche mit den ersteren in folgender Verbindung stehen sollen:

$$C_5 = -\frac{k^2(1+m)}{a}, \quad C_3^2 = a(1-e^2)k^2(1+m). \quad 14)$$



Die Substitution dieser Grössen in 13) lässt leicht finden :

$$\pm dv = \frac{a \sqrt{1-e^2} dr}{r \sqrt{2ra - r^2 - a^2(1-e^2)}}.$$

Multiplicirt man Zähler und Nenner mit  $\frac{\sqrt{1-e^2}}{er}$ , so erhält man

$$\pm dv = \frac{\frac{a(1-e^2)}{er^2} dr}{\sqrt{1 - \left\{ \frac{a(1-e^2)}{er} - \frac{1}{e} \right\}^2}}.$$

Setzt man nun :

$$x = \frac{a(1-e^2)}{er} - \frac{1}{e}, \quad \text{also: } dx = -\frac{a(1-e^2)}{er^2} dr, \quad 15)$$

so ergibt sich :

$$\pm dv = -\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = d(\arccos x).$$

Hieraus folgt durch Integration :

$$\pm v = \arccos x \mp \lambda, \quad 16)$$

welche Gleichung in  $\lambda$  die sechste und letzte Integrationsconstante enthält. Letztere wurde, mit dem doppelten Vorzeichen versehen, angesetzt; es ist dies in der That gestattet, wenn man für einen speciellen Fall eine diesbezügliche feste Wahl trifft. Aus der Gleichung 16) folgt :

$$\cos(v + \lambda) = x = \frac{1}{e} \left\{ \frac{a(1-e^2)}{r} - 1 \right\}, \quad 17)$$

wobei aber das Doppelzeichen weggelassen wurde, da :

$$\cos(v + \lambda) = \cos(-v - \lambda),$$

ist. Bestimmt man aus der Relation 17) den Werth von  $r$ , so findet sich :

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1 + e \cos(v + \lambda)}. \quad 18)$$

Dieser Ausdruck ist aber die allgemeine Gleichung der Kegelschnitte in den polaren Coordinaten, deren Anfangspunkt in einem Brennpunkte liegt;  $r$  stellt den Radius-vector vor,  $(v + \lambda)$  den Winkel, welchen die grosse Achse mit dem Leitstrahle  $r$  einschliesst; hierbei ist derjenige Theil der grossen Achse für die Zählung massgebend, welcher zwischen dem Anfangspunkte der Coordinaten und dem zunächstliegenden Scheitel des Kegelschnittes (Perihel) eingeschlossen ist.

Die Gleichung 18) drückt das dritte Kepler'sche Gesetz aus, nämlich: die Bahnen der Himmelskörper sind Kegelschnittslinien, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet. Kepler hat dasselbe in der Beschränkung auf Ellipsen ausgesprochen.

$a$  ist die halbe grosse Achse und  $e$  die Excentricität des Kegelschnittes, der Parameter  $p$  ist bestimmt durch :

$$p = a(1 - e^2). \quad 19)$$

Derjenige Brennpunkt, welcher im Sonnencentrum liegt, bildet den Anfangspunkt des Coordinatensystems. Die Gerade, welche mit der grossen Achse des Kegelschnittes

zusammenfällt, wird als die Apsidenlinie, die zwei Durchschnittspunkte dieser Geraden mit der Bahn werden je nach der grösseren oder kleineren Entfernung vom Sonnenmittelpunkte als Aphel oder Perihel bezeichnet; ist  $q$  der lineare Abstand des Perihels vom Sonnenmittelpunkte, so besteht die Relation:

$$p = q (1 + e). \quad 20)$$

Zählt man den Winkel  $v$  vom Perihel aus, so ist die in 18) auftretende Integrationsconstante  $\lambda$  der Null gleich; in diesem Falle erhält  $v$  den Namen der wahren Anomalie und die Gleichung 18) nimmt die Gestalt an:

$$r = \frac{p}{1 + e \cos v}. \quad 21)$$

Anlässlich dieser Definition kann man anführen, dass bis zum Anfange des jetzigen Jahrhunderts die wahre Anomalie in elliptischen Bahnen vom Aphel gezählt wurde; die jetzt allgemein angenommene von Gauss in der *Theoria motus* eingeführte Zählweise vom Perihel ist vermöge ihrer gleichmässigen Anwendung auf alle Kegelschnitte consequenter.

Mit Rücksicht auf die nunmehr erlangte Kenntnis der Bahngestalt wird das Integral 8) (pag. 45) eine einfache Bestimmung der Constante  $k$  gestatten, sobald man für die Zeit- und Masseinheit bestimmte Annahmen macht; über die Masseneinheit (Sonnenmasse = 1) ist bereits verfügt. Ist  $T$  die aus den Beobachtungen abzuleitende Umlaufszeit eines Planeten, die in mittleren Sonnentagen ausgedrückt werden soll (hiermit ist der mittlere Sonnentag als Zeiteinheit fixirt), ferner  $a$  und  $b$  die halbe grosse und kleine Achse seiner Bahn, so beschreibt der Radius vector  $r$  in der Zeit  $T$  die ganze Ellipsenfläche; dieselbe ist aber bekanntlich:

$$ab\pi = \pi a^2 \sqrt{1 - e^2}. \quad 22)$$

Nun gibt das Integral 8) (pag. 45) für die Zeit  $t_1$  und  $t_2$  die Werthe:

$$\begin{aligned} 2 S_1 &= C_3 t_1 + C_4 \\ 2 S_2 &= C_3 t_2 + C_4. \end{aligned}$$

Entspricht der Zeitunterschied  $t_2 - t_1$  einem Umlaufe  $T$ , so ist auch  $S_2 - S_1$  die gesammte Ellipsenfläche und man hat, wenn für  $C_3$  der Werth nach Gleichung 14) (pag. 46) eingeführt wird:

$$2\pi a^2 \sqrt{1 - e^2} = \sqrt{a} \sqrt{1 - e^2} k \sqrt{1 + m} T,$$

oder:

$$k = \frac{2 a^{3/2} \pi}{T \sqrt{1 + m}}. \quad 23)$$

Entlehnt man  $T$  und  $m$  den Elementen der Erdbahn und setzt hierbei die halbe grosse Achse der Erdbahn der Einheit gleich, womit die Masseinheit fixirt wird, so ist  $k$  vollständig bestimmt durch:

$$k = \frac{2 \pi}{T \sqrt{1 + m}}. \quad 24)$$

Für  $k$  gelten demnach die folgenden Einheiten gleichzeitig:

Einheit der Zeit: der mittlere Sonnentag.

Einheit des Weges: die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne.

Einheit der Masse: die Sonnenmasse.

Gauss hat in der *Theoria motus* die Bestimmung der Grösse  $k$ , die man als Attractionsconstante bezeichnen kann, unter den Annahmen:

$$T = 365.256\ 3835 \text{ mittlere Sonnentage}$$

$$m = 1 : 354\ 710,$$

nach der Formel 24) durchgeführt und gefunden:

$$k = 0.017\ 202\ 098\ 95$$

$$\log k = 8.235\ 581\ 441\ 4 - 10$$

$$\log k'' = 3.550\ 006\ 574\ 6;$$

hierbei ist gesetzt:

$$k'' = \frac{k}{\arcsin 1''}.$$

Über  $T$  und  $m$  könnten gegenwärtig voraussichtlich genauere Annahmen gemacht werden, welche allerdings die Grösse  $k$  nur in geringem Masse abändern würden. Diese Variabilität von  $k$  hätte jedoch manche Unzukömmlichkeiten im Gefolge, weshalb man sich dahin geeinigt hat, an dieser Grösse keine Abänderungen vorzunehmen, sondern sie als absolute Constante gelten zu lassen; um aber mit der Gleichung 23) nicht in Widerspruch zu gerathen, bestimmt man die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne nach:

$$a = \left( \frac{k\ T\ \sqrt{1+m}}{2\ \pi} \right)^{2/3},$$

welche Grösse sich somit in Etwas von der Einheit unterscheiden wird. So findet sich z. B., wenn man nach Le Verrier die mittlere siderische Bewegung der Erde in einem julianischen Jahre ( $365.25$  mittlere Sonnentage)  $= 1295977''\ 4427$  annimmt und die Masse  $m = 1.330\ 000$  setzt:

$$\log a = 0.000\ 000\ 009\ 9.$$

Infolge dieser Festsetzung gilt daher nicht mehr die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne als Einheit der Entfernung, sondern diese erscheint durch die Gauss'sche Attractionsconstante festgelegt und würde als jene mittlere Entfernung bezeichnet werden müssen, in welcher unter der Annahme des obigen Attractionsgesetzes ein Massenpunkt von der Masse  $1 : 354\ 710$  in  $365.2563\ 835$  mittleren Sonnentagen um die Sonne geführt würde. Diese Definition lässt sich aber wesentlich vereinfachen, wenn man die Umlaufszeit entsprechend der gemachten Massenannahme modificirt; man hat dann:

$$T' = T\ \sqrt{1+m}, \quad \text{oder: } T' = \frac{2\ \pi}{k}.$$

und ich wäre geneigt, für die Einheit der Entfernung im Sonnensysteme die folgende Bestimmung festzustellen: Als Einheit der Entfernung hat man den Radius einer Kreisbahn zu betrachten, in welcher ein Punkt von unendlich kleiner Masse unter der Annahme des numerischen Werthes der Gauss'schen Attractionsconstante  $k$  den Umlauf in  $\frac{2\ \pi}{k}$  mittleren Sonnentagen vollenden würde; hierbei ist anzunehmen:

$$\log k = 8.235\ 581\ 441\ 400\ 000$$

$$\log \frac{2\ \pi}{k} = \log T' = 2.562\ 598\ 426\ 958\ 115$$

$$T' = 365.256\ 898\ 400\ 519 \text{ mittl. Sonnentage.}$$

Diese strenge Definition der Masseinheit wird in der Folge durchaus festgehalten werden. Der allgemein übliche und auch im vorliegenden Werke gebrauchte Ausdruck, dass die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne als Masseinheit gilt, wird in dem Sinne der durch die obige Definition festgestellten Einheit zu verstehen sein.

Die Gleichung 23, pag. 48 erlaubt unmittelbar die Ableitung des vierten und letzten Kepler'schen Gesetzes. Da die Constante  $k$  für alle Planeten identisch gefunden werden muss, so wird auch die Gleichung:

$$\frac{a^{3/2}}{T \sqrt{1+m}} = \frac{a_1^{3/2}}{T_1 \sqrt{1+m_1}}.$$

oder:

$$T_1^2 : T^2 = \frac{a_1^3}{1+m_1} : \frac{a^3}{1+m}.$$

bestehen. Setzt man hier die in unserem Sonnensysteme kleinen Grössen  $m$  und  $m_1$  der Null gleich, so erhält man das vierte Kepler'sche Gesetz in der von Kepler aufgestellten Fassung, nämlich: Die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich wie die Würfel der grossen Achsen. Kepler hat also durch sein letztes Gesetz nur einen Näherungsausdruck gefunden, der aber bei der Kleinheit der Planetenmassen nicht allzu sehr von der Wahrheit verschieden ist.

Die Gleichung 11) (pag. 46) gestattet, wie schon oben bemerkt wurde, eine sehr interessante Folgerung. Setzt man für  $C_3$  den Werth nach 14) (pag. 46), so resultirt für die Geschwindigkeit des Himmelskörpers der Ausdruck:

$$g = k \sqrt{1+m} \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a}}. \quad 25)$$

Weil nun  $\frac{1}{a}$  positiv für die Ellipse, Null für die Parabel, negativ für die Hyperbel ist, so wird die Bahn eine Ellipse, Parabel oder Hyperbel sein, jenachdem die Geschwindigkeit kleiner, gleich oder grösser ist als:

$$k \sqrt{1+m} \sqrt{\frac{2}{r}}.$$

Wegen des geringen Unterschiedes zwischen dem Factor  $\sqrt{1+m}$  und der Einheit wird man auch sagen dürfen, dass die Gattung des Kegelschnittes durch die Geschwindigkeit in der Entfernung  $r$  bestimmt ist. Die Bahn wird also sein:

$$\text{eine Ellipse, wenn } g < k \sqrt{\frac{2}{r}}$$

$$\text{» Parabel » } g = k \sqrt{\frac{2}{r}}$$

$$\text{» Hyperbel » } g > k \sqrt{\frac{2}{r}},$$

welche Relationen von der Richtung der Bewegung unabhängig sind.

## 2. Die Relationen zwischen der Zeit und dem Orte in der Bahn.

Die Hilfsmittel, um für eine beliebige Zeit den Ort eines Himmelskörpers in der Bahn berechnen zu können, sind zwar durch die bezüglichen im vorigen Kapitel ausgeführten sechs Integrationen vollständig gegeben, aber noch nicht in eine Form gebracht, die dem praktischen Bedürfnisse entsprechen würde. Die für die folgenden

Untersuchungen massgebende Gleichung 7) (pag. 41) wird sich mit Rücksicht auf Gleichung 14) (pag. 46) schreiben lassen:

$$r^2 dv = k \sqrt{p(1+m)} dt. \quad 1)$$

Nun ist aber nach dem Resultate der Gleichung 21) (pag. 48), weil die Curve ein Kegelschnitt ist:

$$r^2 = \frac{p^2}{(1 + e \cos v)^2};$$

schreibt man der Kürze halber:

$$(k) = k \sqrt{1+m},$$

und integriert rechts vom Gleichheitszeichen in der Gleichung 1), so findet sich sofort:

$$\frac{(k) t}{p^{3/2}} = \int \frac{dv}{(1 + e \cos v)^2}, \quad 2)$$

welchem Ausdrucke nach erfolgter Integration noch eine Constante hinzuzufügen ist, welche die Constante  $C_4$  gewissermassen ersetzt. Die nächste Aufgabe besteht in der Ausführung der in der Gleichung 2) angezeigten Integration; um diese in übersichtlicher Weise für alle Kegelschnittsgattungen durchführen zu können, sollen mit dem Ausdrucke unter dem Integral einige Transformationen vorgenommen werden. Setzt man:

$$\left. \begin{aligned} \tau &= \operatorname{tg} \frac{1}{2} v, & d\tau &= \frac{dv}{2 \cos^2 \frac{1}{2} v} = \frac{1 + \tau^2}{2} dv, \\ \cos v &= \frac{1 - \tau^2}{1 + \tau^2}, & dv &= \frac{2 d\tau}{1 + \tau^2}, \end{aligned} \right\} \quad 3)$$

so wird:

$$\frac{(k) t}{2 p^{3/2}} = \int \frac{(1 + \tau^2) d\tau}{\{1 + e + \tau^2(1 - e)\}^2}.$$

Schreibt man überdies:

$$\varepsilon = \frac{1 - e}{1 + e}, \quad 4)$$

und multiplicirt beiderseits mit  $(1 + e)^2$ , so erhält man:

$$\frac{(k) t (1 + e)^2}{2 p^{3/2}} = \int \frac{d\tau}{(1 + \varepsilon \tau^2)^2} + \int \frac{\tau^2 d\tau}{(1 + \varepsilon \tau^2)^2}. \quad 5)$$

Die Integration dieser Gleichung ist sofort durchführbar, wenn  $\varepsilon$  der Null gleich ist, was mit der Annahme  $e = 1$  übereinkommt; für die Parabel nimmt sie somit die Gestalt an:

$$\frac{(k) t}{2 p^{3/2} \sqrt{2}} = \tau + \frac{1}{3} \tau^3 + J, \quad 6)$$

wobei durch  $J$  die Integrationsconstante dargestellt ist.

Ehe ich aber die Integration für den allgemeinen Fall vornehme, will ich einige Reductionsformeln entwickeln, deren man zur Zurückführung des Ausdruckes 5) auf das Grundintegral:

$$\int \frac{d\tau}{1 + \varepsilon \tau^2},$$

bedarf. Es ist offenbar:

$$\int \frac{x^2 dx}{(a + bx^2)^2} = \int \frac{-2bx dx}{(a + bx^2)^2} \cdot \frac{x}{-2b},$$

Wendet man auf den letzteren Ausdruck die Integration durch Theilung an und beachtet, dass

$$d \frac{1}{a + bx^2} = - \frac{2bx \, dx}{(a + bx^2)^2},$$

ist, so wird sofort gefunden:

$$\int \frac{x^2 dx}{(a + bx^2)^2} = - \frac{x}{2b(a + bx^2)} + \frac{1}{2b} \int \frac{dx}{a + bx^2}, \quad 7)$$

womit das zweite Glied des Ausdruckes 5) leicht auf das obige Grundintegral reducirt werden kann. Zur Reduction des ersten Gliedes beachte man, dass:

$$d \frac{2bx}{a + bx^2} = - \frac{(2bx)^2 dx}{(a + bx^2)^2} + \frac{2b \, dx}{a + bx^2},$$

ist; schreibt man im ersten Gliede:

$$(2bx)^2 = 4(a + bx^2)b - 4ab,$$

so hat man auch:

$$d \frac{2bx}{a + bx^2} = - \frac{2b \, dx}{a + bx^2} + 4ab \frac{dx}{(a + bx^2)^2}.$$

Hieraus findet sich leicht durch Integration:

$$\int \frac{dx}{(a + bx^2)^2} = \frac{x}{2a(a + bx^2)} + \frac{1}{2a} \int \frac{dx}{a + bx^2}, \quad 8)$$

womit die Reduction des ersten Gliedes in 5) auf das obige Grundintegral auch erreicht ist. Demselben kann aber die Form:

$$\int \frac{dx}{a + bx^2} \quad \text{oder} \quad \int \frac{dx}{a - bx^2},$$

ertheilt werden. Stellt man sich unter  $a$  und  $b$  positive Grössen vor, so führt jede dieser Formen auf verschiedene analytische Ausdrücke; im ersten Falle hat man zu setzen:

$$\frac{dx}{a + bx^2} = \frac{\sqrt{\frac{b}{a}} \, dx}{\sqrt{ab} \left(1 + \frac{b}{a} x^2\right)};$$

führt man nun eine neue Variable ein durch:

$$\sqrt{\frac{b}{a}} x = y, \quad \sqrt{\frac{b}{a}} dx = dy,$$

so ist:

$$\frac{dx}{a + bx^2} = \frac{dy}{\sqrt{ab} (1 + y^2)} = \frac{1}{\sqrt{ab}} d \operatorname{arc} \operatorname{tg} y,$$

oder:

$$\int \frac{dx}{a + bx^2} = \frac{1}{\sqrt{ab}} \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left\{ x \sqrt{\frac{b}{a}} \right\}. \quad 9)$$

Ist der Coëfficient von  $x^2$  negativ, so hat man:

$$\frac{dx}{a - bx^2} = \frac{\sqrt{\frac{b}{a}} \, dx}{\sqrt{ab} \left(1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x\right) \left(1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x\right)} = \frac{\sqrt{\frac{b}{a}} \, dx}{2\sqrt{ab}} \left\{ \frac{1}{1 - \sqrt{\frac{b}{a}} x} + \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{b}{a}} x} \right\}.$$

Führt man hier, wie oben, die Variable  $y$  ein, so wird:

$$\frac{dx}{a - bx^2} = \frac{dy}{2\sqrt{ab}} \left\{ \frac{1}{1-y} + \frac{1}{1+y} \right\} = \frac{1}{2\sqrt{ab}} \left\{ d \log \text{nat} (1+y) - d \log \text{nat} (1-y) \right\},$$

oder:

$$\int \frac{dx}{a - bx^2} = \frac{1}{2\sqrt{ab}} \log \text{nat} \left\{ \frac{\sqrt{a} + \sqrt{b} \cdot x}{\sqrt{a} - \sqrt{b} \cdot x} \right\}. \quad 10)$$

So vorbereitet hat die Integration der Gleichung 5) (pag. 51) keine Schwierigkeit. Man erhält zunächst durch die Anwendung der Formeln 7) und 8):

$$\frac{(k) t (1+e)^2}{p^{3/2}} = \frac{\tau}{1+\epsilon\tau^2} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \left( 1 + \frac{1}{\epsilon} \right) \int \frac{d\tau}{1+\epsilon\tau^2}.$$

Nun ist aber:

$$1 - \frac{1}{\epsilon} = -\frac{2\epsilon}{1-\epsilon}, \quad 1 + \frac{1}{\epsilon} = \frac{2}{1-\epsilon},$$

daher auch:

$$\frac{(k) t (1+e)^2 (1-\epsilon)}{p^{3/2}} = -\frac{2\epsilon\tau}{1+\epsilon\tau^2} + 2 \int \frac{d\tau}{1+\epsilon\tau^2}. \quad 11)$$

Ist  $\epsilon$  positiv, also  $e < 1$ , demnach die Bahn eine Ellipse, so wird man zur Integration die Formel 9) anzuwenden haben und erhalten:

$$\frac{(k) t (1+e)^2 (1-\epsilon)}{p^{3/2}} = -\frac{2\epsilon\tau}{1+\epsilon\tau^2} + \frac{2}{\sqrt{\epsilon}} \arctg (\tau \sqrt{\epsilon}) + J, \quad 12)$$

wobei  $J$  die Integrationsconstante darstellt. Ist aber  $\epsilon$  negativ, also  $e > 1$ , somit die Bahn eine Hyperbel, so setzt man zunächst in 11)

$$-\epsilon = \eta = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 1}, \quad 13)$$

und erhält durch die Anwendung von 10) sogleich:

$$\frac{(k) t (1+e)^2 (1-\epsilon)}{p^{3/2}} = -\frac{2\epsilon\tau}{1-\eta\tau^2} + \frac{1}{\sqrt{\eta}} \log \text{nat} \left\{ \frac{1+\tau\sqrt{\eta}}{1-\tau\sqrt{\eta}} \right\} + J. \quad 14)$$

Die Gleichungen 6), 12) und 14) enthalten also die allgemeine Lösung des Problems, die Zeit mit der wahren Anomalie zu verbinden. Die Gleichungen 12) und 14) werden jedoch für die numerische Rechnung sehr unbequem und unsicher, wenn sich die Excentricität wenig von der Einheit unterscheidet; man wird demnach die obigen Gleichungen der Reihe nach unter der Annahme einer Ellipse, Parabel, Hyperbel und einer nahezu parabolischen Bahn näher betrachten und die wichtigsten Relationen, von denen in der Folge vielfach Gebrauch gemacht wird, entwickeln müssen.

#### a. Ellipse.

Die Gleichung 12) gibt, wenn man beiderseits mit  $\sqrt{\epsilon}$  multiplicirt, und sich der Relation  $p = a(1-e^2)$  erinnert:

$$\frac{(k) t}{a^{3/2}} = -\frac{2\epsilon\tau\sqrt{\epsilon}}{1+\epsilon\tau^2} + 2 \arctg (\tau \sqrt{\epsilon}) - M_0,$$

in welchem Ausdrucke  $M_0$  die Integrationsconstante vorstellt. Setzt man nun, um denselben der Rechnung zugänglicher zu machen:

$$\tau \sqrt{\epsilon} = \text{tg } \frac{1}{2} v \sqrt{\frac{1-\epsilon}{1+\epsilon}} = \text{tg } \frac{1}{2} E, \quad 15)$$

so wird man die Wurzelgrösse  $\sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$  stets positiv wählen können: knüpft man an die Winkel  $\sigma$  und  $E$  die Bedingung, dass dieselben stets kleiner als  $360^\circ$  seien, so ist  $\sigma$  durch  $E$  und umgekehrt unzweideutig bestimmt. Aus dieser Relation folgt aber:

$$\frac{(k)t}{a^{3/2}} = -\frac{2e \operatorname{tg} \frac{1}{2} E}{1 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} E^2} + E - M_0.$$

und da bekanntlich:

$$\sin \alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha}{1 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha^2},$$

ist, so wird, wenn man abkürzend:

$$\mu = \frac{k \sqrt{1+e}}{a^{3/2}}, \quad 16)$$

einführt, erhalten:

$$E - e \sin E = M_0 + \mu t = M, \quad 17)$$

welche Gleichung das Kepler'sche Problem darstellt.  $\mu$  wird die tägliche mittlere siderische Bewegung genannt,  $M$  ist die mittlere Anomalie, die zur Zeit  $t$  gehört,  $M_0$  ist die mittlere Anomalie für die Ausgangsepoche der Zählung der Zeit  $t$  und ist durch die Elemente gegeben;  $E$  wird die excentrische Anomalie genannt, aus der mit Rücksicht auf die Gleichung 15) die wahre Anomalie  $\sigma$  berechnet werden kann.  $e$  ist die Excentricität und wird bei elliptischen Bahnen häufig durch den sogenannten Excentricitätswinkel  $\varphi$  dargestellt; letztere beiden Grössen sind durch die Relation:

$$\sin \varphi = e, \quad 18)$$

verbunden. Sind demnach  $M_0$  und  $\mu$  durch die Elemente einer vorgelegten Bahn gegeben, so hat die Berechnung der mittleren Anomalie  $M$  für eine beliebige Zeit  $t$  keine Schwierigkeit;  $t$  ist die seit der Epoche, zu der  $M_0$  gehört, verflossene Zeit in mittleren Sonnentagen. Aus der mittleren Anomalie  $M$  hat man nach der Gleichung 17) die excentrische Anomalie zu bestimmen; da diese Gleichung eine transcendente ist, so muss sie, wenn zur mittleren Anomalie die zugehörige excentrische  $E$  gefunden werden soll, durch Versuche gelöst werden; sind die letzteren zweckmässig geleitet, so wird das Ziel stets um so rascher zu erreichen sein, je mässigere Werthe der Excentricität zukommen.

Ist einmal ein Näherungswerth von  $E$  bekannt, so wird die Rechnung nach der Formel 17) für  $M$  einen Werth finden lassen, der sich wenig von dem vorgelegten unterscheiden wird; hierbei wird man, da  $E$  und  $M$  Bogengrössen sind, zweckmässig nach der Form:

$$M = E - \frac{e}{\operatorname{arc} 1''} \sin E = E - e'' \sin E, \quad 19)$$

rechnen, in welcher für die Bögen die Bogensekunde als Einheit gilt. Bezeichnet man den erhaltenen Näherungswerth von  $E$  mit  $E_1$ , den daraus resultirenden Werth der mittlern Anomalie mit  $M_1$ , so wird die Differenz  $M - M_1$  sofort das Hilfsmittel bieten, eine wesentlich genauere Annahme über  $E$  zu machen. Begnügt man sich mit den ersten Potenzen der Änderungen, so wird durch Differentiation der Gleichung 19) leicht gefunden:

$$E_2 = E_1 + \frac{M - M_1}{1 - e \cos E_1}. \quad 20)$$

War der Fehler  $M - M_1$  klein, so wird  $E_2$  dem wahren Werthe sehr nahe entsprechen



und eine fortgesetzte Anwendung der Formeln 19) und 20) das vorgesteckte Ziel erreichen lassen. Ist sonst keine Näherung bekannt, so kann man allenfalls  $E_1 = M$  setzen, doch wird das Encke'sche, durch N. Herz (astr. Nachr. No. 2354) wesentlich erweiterte Verfahren meist so genäherte Werthe für  $E_1$  ergeben, dass eine einmalige Wiederholung des eben beschriebenen Verfahrens zum Ziele führt. Ich werde die diesbezüglichen Vorschriften hier entwickeln.

Die Kepler'sche Gleichung kann, wenn man:

$$x = E - M,$$

setzt, wie folgt geschrieben werden:

$$x = e \sin (M + x) = e \sin M \left\{ 1 - \frac{1}{2} x^2 + \frac{1}{24} x^4 - \frac{1}{720} x^6 + \dots \right\} + e \cos M \left\{ x - \frac{1}{6} x^3 + \frac{1}{120} x^5 - \frac{1}{5040} x^7 + \dots \right\},$$

oder auch:

$$x = \frac{e \sin M}{1 - e \cos M} \cdot \frac{1 - \frac{1}{2} x^2 + \frac{1}{24} x^4 - \frac{1}{720} x^6 + \dots}{1 + \frac{e \sin M}{1 - e \cos M} \cotg M \left\{ \frac{1}{6} x^2 - \frac{1}{120} x^4 + \frac{1}{5040} x^6 - \dots \right\}}.$$

Setzt man der Kürze halber:

$$\operatorname{tg} y = \frac{e \sin M}{1 - e \cos M},$$

nimmt die Glieder siebenter Ordnung in Bezug auf die Excentricität mit und beachtet dabei, dass  $x$  und  $\operatorname{tg} y$  Grössen erster Ordnung sind, so erhält man zunächst:

$$x = \operatorname{tg} y - \frac{1}{2} x^2 \operatorname{tg} y - \frac{1}{6} \cotg M x^2 \operatorname{tg} y^2 + \frac{1}{24} x^4 \operatorname{tg} y + \frac{1}{120} \cotg M x^4 \operatorname{tg} y^2 - \frac{1}{720} x^6 \operatorname{tg} y + \frac{1}{120} \cotg M^2 x^4 \operatorname{tg} y^3 - \dots,$$

oder durch Umkehrung:

$$x = \operatorname{tg} y - \frac{1}{2} \operatorname{tg} y^3 - \frac{1}{6} \cotg M \operatorname{tg} y^4 + \frac{1}{24} \operatorname{tg} y^5 + \frac{5}{120} \cotg M \operatorname{tg} y^6 + \left\{ \frac{1}{12} \cotg M^2 - \frac{5}{420} \right\} \operatorname{tg} y^7 + \dots$$

Entwickelt man nach Potenzen von  $\eta = \sin y$  und bedenkt, dass:

$$\operatorname{tg} y = \frac{\sin y}{\sqrt{1 - \sin^2 y}} = \eta + \frac{1}{2} \eta^3 + \frac{3}{8} \eta^5 + \frac{5}{16} \eta^7 + \dots,$$

ist, so wird man, wenn die Glieder siebenter Ordnung, die schon etwas mehr zusammengesetzt sind, weggelassen werden, erhalten:

$$x = \eta - \frac{1}{6} \cotg M \eta^4 + \frac{1}{6} \eta^5 + \frac{1}{120} \cotg M \eta^6,$$

welcher Ausdruck, so lange die Excentricität nicht allzu gross ist, in einfacher Weise einen sehr genauen Werth für die excentrische Anomalie liefert. Will man  $x$  in Bogensekunden erhalten, so sind die Coëfficienten durch arc 1" zu dividiren. Die zur Rechnung nöthigen Formeln sind zusammengestellt:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} y &= \frac{e \sin M}{1 - e \cos M} \\ \eta &= \operatorname{tg} y \cos y \\ x'' &= \alpha \eta + \beta \cotg M \eta^4 + \gamma \eta^5 + \delta \cotg M \eta^6 \\ \log \alpha &= 5.314 \ 4251 & \log \beta &= 4.536 \ 274 \\ \log \gamma &= 4.536 \ 27 & \log \delta &= 4.2766 \\ E_1 &= M + x'' \\ M_1 &= E_1 - \alpha e \sin E_1 = E_1 - e'' \sin E_1 \\ E_2 &= E_1 + \frac{M - M_1}{1 - e \cos E_1} \end{aligned} \right\} \quad 21)$$

Hierbei sind alle Bögen in Einheiten der Bogensekunde verstanden.  $E_2$  wird mit seltenen Ausnahmen stets der Wahrheit hinreichend nahe kommen, meist sogar der Werth  $E_1$  schon genügen. Sollte sich aber der Werth von  $E_2$  noch nicht hinreichend genau erweisen, so rechne man:

$$\left. \begin{aligned} M_2 &= E_2 - e'' \sin E_2 \\ E_3 &= E_2 + \frac{M - M_2}{1 - e \cos E_2} \end{aligned} \right\} \quad 22)$$

und setze dieses Verfahren fort, bis die genügende Übereinstimmung hergestellt ist. Um die Kürze und Bequemlichkeit der Methode anschaulich zu machen, setze ich hier ein Beispiel vollständig an.

Es sei  $M = 332^\circ 28' 54''77$  und  $\log e = 9.389\,7262$  gegeben, also  $\log e'' = 4.7041513$ ; man habe die zugehörige excentrische Anomalie zu suchen. Die Rechnung nach 21) (pag. 55) stellt sich, wie folgt:

|                      |                         |                         |                         |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $\sin M$             | 9 <sub>n</sub> 664 6693 | $\eta^5$                | 5 <sub>n</sub> 782 18   |
| $\cos M$             | 9.947 8574              | $\delta \cotg M$        | 4 <sub>n</sub> 5598     |
| $e \cos M$           | 9.337 5836              | $\eta^6$                | 4.9386                  |
| $1 : (1 - e \cos M)$ | 0.106 5502              | $\alpha \eta$           | $- 8^\circ 12' 50''75$  |
| $e \sin M$           | 9 <sub>n</sub> 054 3955 | $\beta \cotg M \eta^4$  | $+ 27.874$              |
| $\tg y$              | 9 <sub>n</sub> 160 9457 | $\gamma \eta^5$         | $- 2.082$               |
| $\cos y$             | 9.995 4905              | $\delta \cotg M \eta^6$ | $- 0.315$               |
| $\eta$               | 9 <sub>n</sub> 156 4362 | $x$                     | $- 8^\circ 12' 25''27$  |
| $\log \alpha \eta$   | 4 <sub>n</sub> 470 8613 | $M + x = E_1$           | 324 16 29.50            |
| $\cotg M$            | 0 <sub>n</sub> 283 188  | $\sin E_1$              | 9 <sub>n</sub> 766 3366 |
| $\beta \cotg M$      | 4.819 462               | $e'' \sin E_1$          | $- 8^\circ 12' 25''27$  |
| $\eta^4$             | 6.625 745               | $M_1$                   | 332 28 54.77.           |

Der Werth von  $M_1$  stimmt also bereits völlig mit dem vorgelegten Werthe von  $M$ , so dass die Berechnung von  $E_2$  nicht mehr erforderlich und der strenge Werth von  $E$  schon durch  $E_1$  erlangt ist. Man wird beachten, dass der hier für  $e$  angenommene Werth für eine Planetenbahn schon recht beträchtlich ist; die obigen Formeln werden selbst für die extremsten Fälle unseres Planetensystems  $E_1$  dem wahren Werthe von  $E$  bis auf wenige Bogensekunden nahe bringen, so dass mit der Berechnung von  $E_2$  die Versuche stets als beendet betrachtet werden dürfen.

Da nach dem Bisherigen  $E$  als bekannt vorausgesetzt werden kann, so wird es nun angemessen erscheinen, in Kürze die wichtigsten Relationen abzuleiten, welche zwischen der excentrischen Anomalie  $E$ , der wahren Anomalie  $v$  und dem Radius vector  $r$  bestehen.

Man wird zu diesem Zwecke die früher entwickelten Gleichungen 21) (pag. 48) und 15) (pag. 47) benützen. Dieselben sind:

$$\left. \begin{aligned} r &= \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos v} \\ \tau &= \tg \frac{1}{2} v = \tg \frac{1}{2} E \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} = \tg (45 + \frac{1}{2} \varphi) \tg \frac{1}{2} E. \end{aligned} \right\} \quad 23)$$

Es soll zunächst aus diesen beiden Gleichungen eine wichtige Relation erlangt werden, aus der alle übrigen leicht abgeleitet werden können. Macht man ähnliche Transformationen wie früher 3) (pag. 51) und schreibt:

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1+e\frac{1-r^2}{1+r^2}} = \frac{a(1-e^2)(1+r^2)}{1+e+(1-e)r^2},$$

dividirt überdies im letzteren Ausdruck den Zähler und Nenner durch  $(1+e)$  und führt für  $\frac{1-e}{1+e}r^2$  den Werth nach der zweiten Gleichung in 23) (pag. 56) ein, so findet sich:

$$r = \frac{a(1-e)\sec\frac{1}{2}v^2}{1+\tan\frac{1}{2}E^2} = a(1-e)\frac{\cos\frac{1}{2}E^2}{\cos\frac{1}{2}v^2}. \quad 24)$$

Aus dieser Gleichung resultirt:

$$\sqrt{r}\cos\frac{1}{2}v = \sqrt{a(1-e)}\cos\frac{1}{2}E, \quad 25)$$

wobei man an die Wurzelgrößen die Bedingung knüpfen kann, dass beide stets positiv zu nehmen sind (vgl. Bemerkung zu 15) pag. 54). Multiplicirt man diese Gleichung beiderseits mit der zweiten in 23), so wird erhalten:

$$\sqrt{r}\sin\frac{1}{2}v = \sqrt{a(1+e)}\sin\frac{1}{2}E. \quad 26)$$

Die Gleichungen 25) und 26) gestatten in bequemer und einfacher Weise die Bestimmung der wahren Anomalie  $v$  und des Radius vector  $r$  aus  $E$ . Quadriert man diese Gleichungen und addirt, so findet sich leicht:

$$r = a(1 - e\cos E), \quad 27)$$

welche Relation unmittelbar die Berechnung des Radius vector aus der excentrischen Anomalie gestattet. Die Quadrirung der Gleichungen 25) und 26) und die Subtraction derselben ergibt:

$$r\cos v = a(\cos E - e); \quad 28)$$

die Multiplication dieser Gleichungen dagegen:

$$r\sin v = a\cos\varphi\sin E. \quad 29)$$

Die Gleichungen 28) und 29) leisten dasselbe, was die Gleichungen 25) und 26) ergeben, nur bieten sie den Vortheil, dass die Bestimmung von  $v$  und  $r$  aus  $E$  bei der numerischen Ausführung in wesentlich genauerer Weise ausfällt. Weiters ergibt die Division der Gleichung 28) durch 27):

$$\cos v = \frac{\cos E - e}{1 - e\cos E}, \quad 30)$$

und aus dieser Gleichung resultirt, wenn man dieselbe nach  $\cos E$  auflöst:

$$\cos E = \frac{\cos v + e}{1 + e\cos v}. \quad 31)$$

Multiplicirt man die Gleichung 25) mit  $\sin\frac{1}{2}E$  und subtrahirt das Resultat von der Gleichung 26), nachdem die letztere mit  $\cos\frac{1}{2}E$  multiplicirt worden ist, so folgt:

$$\sin\frac{1}{2}(v - E) = \sqrt{\frac{a}{r}} \left\{ \frac{\sqrt{1+\sin\varphi} - \sqrt{1-\sin\varphi}}{2} \right\} \sin E = \sin\frac{1}{2}\varphi \sqrt{\frac{a}{r}} \sin E, \quad 32)$$

durch welche Gleichung bei einer mässigen Excentricität der Unterschied zwischen der wahren und der excentrischen Anomalie mit grosser Genauigkeit bestimmt werden kann.

Die Gleichung 28) lässt die geometrische Bedeutung des Winkels  $E$  leicht darlegen. Beschreibt man aus dem Mittelpunkte der Ellipse, deren grosse Achse  $2a$  sei,

mit dem Radius  $a$  einen Kreis, fällt von irgend einem Punkte der Ellipse ein Perpendikel auf die grosse Achse und verlängert dasselbe nach rückwärts, bis es den früher beschriebenen Kreis trifft, so ist der Winkel, den der Radius nach diesen Schnittpunkt mit dem gegen das Perihel gerichteten Abschnitte der grossen Achse bildet, die excentrische Anomalie; dies leuchtet sofort aus der oben angezogenen Gleichung ein, wenn man beachtet, dass der Abstand des Mittelpunktes der Ellipse vom Brennpunkte  $ae$  ist.

#### b. Parabel.

In der Parabel wird  $e = 1$ , somit erhält die Gleichung für den Radius vector die Form:

$$r = \frac{2q}{1 + \cos v} = \frac{q}{\cos \frac{1}{2} v^2}. \quad 1)$$

Zur Berechnung der wahren Anomalie dient die Gleichung 6) (pag. 51); dieselbe wird, wenn man die Zeit vom Perihel aus zählt, wodurch die Integrationsconstante Null ist, geschrieben werden können:

$$\frac{kt}{\sqrt{2q}^{3/2}} = \operatorname{tg} \frac{1}{2} v + \frac{1}{3} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3. \quad 2)$$

Hierbei ist  $(k) = k \sqrt{1+m}$  mit  $k$  identificirt, weil für die Kometen bisher keine merkliche Masse nachgewiesen werden konnte. Sollte aber die Berücksichtigung derselben jemals nöthig werden, so wird man in den folgenden Formeln statt  $t$  überall  $t \sqrt{1+m}$  zu setzen haben. Ich werde in der Folge den Factor  $\sqrt{1+m}$  für die Parabel stets der Einheit gleich annehmen.

Die cubische Gleichung 2) kann für jeden speciellen Fall direct, oder was bequemer ist, mit Hilfe entsprechend construirter Tafeln gelöst werden. Hat man eine solche nicht zur Hand, so wird man sich mit Vortheil des folgenden Verfahrens bedienen können. Setzt man etwa:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v = 2 \cotg 2 \gamma = \cotg \gamma - \operatorname{tg} \gamma,$$

so ist:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3 = -3 \operatorname{tg} \frac{1}{2} v + \cotg \gamma^3 - \operatorname{tg} \gamma^3;$$

somit nimmt die Gleichung 2) die Gestalt an:

$$\cotg \gamma^3 - \operatorname{tg} \gamma^3 = \frac{3kt}{\sqrt{2q}^{3/2}}.$$

Setzt man weiter:

$$\cotg \gamma = \sqrt[3]{\cotg \frac{1}{2} \beta},$$

so wird auch:

$$\cotg \beta = \frac{3kt}{(2q)^{3/2}}.$$

Bezeichnet man den Werth des constanten Factors:

$$\frac{2^{3/2}}{3k},$$

mit  $c$ , so ist die Berechnung der wahren Anomalie in der Parabel in dem folgenden Formelsystem enthalten:

$$\left. \begin{aligned} \log c &= 1.738\ 8423 \\ \operatorname{tg} \beta &= \frac{c}{t} q^{3/2} \\ \operatorname{tg} \gamma &= \sqrt[3]{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \beta} \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} v &= 2 \cotg 2 \gamma. \end{aligned} \right\} \quad 3)$$

Hierbei ist zu beachten, dass als Ausgangspunkt für die Zählung der Zeit die Perihelzeit gilt und dass in der Parabel die Anomalie vor dem Perihel negativ, nach demselben positiv angesetzt wird.

Zur Erläuterung der vorstehenden Formeln soll das folgende Beispiel vorgenommen werden. Es sei  $t = -36.553\ 97$ ,  $\log q = 9.519\ 0730$  gegeben, man habe hierfür die wahre Anomalie und den Radius vector in der parabolischen Bahn zu suchen. Die Rechnung nach 3) stellt sich wie folgt:

|                                       |                 |                                   |                 |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
| $\frac{1}{2} \log q$                  | 9.759 5365      | $\gamma$                          | — 27° 25' 9"03  |
| $\frac{3}{2} \log q$                  | 9.278 6095      | $2 \gamma$                        | — 54 50 18.06   |
| $\log t$                              | 1.562 9345      | $\cotg 2 \gamma$                  | 9.847 8320      |
| $q^{3/2} : t$                         | 7.715 6750      | $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v$ | 0.148 8620      |
| $\operatorname{tg} \beta$             | 9.454 5173      | $\frac{1}{2} v$                   | — 54° 37' 57"87 |
| $\beta$                               | — 15° 53' 46"20 | $v$                               | — 109 15 55.74  |
| $\frac{1}{2} \beta$                   | — 7 56 53.10    | $\cos \frac{1}{2} v$              | 9.762 5400      |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} \beta$ | 9.144 9381      | $\cos \frac{1}{2} v^2$            | 9.525 0800      |
| $\operatorname{tg} \gamma$            | 9.714 9794      | $\log r$                          | 9.993 9930.     |

Bei weitem bequemer ist es, bei der Rechnung von den für diesen Fall construirten Tafeln Gebrauch zu machen. Die bekannteste derselben ist die Barker'sche Tafel, welche mit dem Argumente  $v$  den Werth:

$$M = 75 \operatorname{tg} \frac{1}{2} v + 25 \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3,$$

tabulirt enthält; hier ist demnach zu setzen:

$$M = C \frac{t}{q^{3/2}}$$

$$\log C = 9.960\ 1277.$$

Der Werth von  $C$  ist offenbar:

$$C = \frac{75}{\sqrt{2}} k.$$

Die zu dieser Rechnung erforderlichen Tafeln finden sich von 100" zu 100" in Olbers' Werk über die Bestimmung einer Kometenbahn (zweite von Encke besorgte Ausgabe) und von 1' zu 1' in Watson's Theoretical Astronomy. Es erscheint aber zweckmässiger, statt der Constante  $C$  die Einheit selbst einzuführen und demnach den Werth:

$$M = \frac{\sqrt{2}}{k} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v + \frac{1}{3} \frac{\sqrt{2}}{k} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3 = \frac{t}{q^{3/2}},$$

in Tafeln zu bringen; eine solche ist diesem Werke als Tafel IV angeschlossen. Dieselbe gibt von 10" zu 10" den Werth von  $M$  und zwar für die ersten zehn Grade von  $v$  den Werth selbst, von 10° angefangen bis 176° den Logarithmus von  $M$ , und ist von

J. Strobl mit grosser Sorgfalt und seltener Ausdauer durchaus zehnstellig berechnet worden. In den ersten zehn Graden, welche den Werth von  $M$  selbst angeben, sind die Tafeln auf sechs Decimalen, in den übrigen Graden, bei denen sich  $\log M$  tabulirt findet, auf sieben Decimalen abgekürzt und wird die letzte Stelle stets so weit richtig gegeben, als dies durch eine sorgfältige zehnstellige Rechnung geleistet werden kann. Dieser Rechnung war auf Vorschlag von R. Schram die folgende Formel zu Grunde gelegt worden, die sich leicht aus dem obigen Ausdrücke für  $M$  findet:

$$M = \frac{\sqrt{2}}{k} \frac{\sin \frac{1}{2} v}{3 \cos \frac{1}{2} v^3} \{2 + \cos v\};$$

hierdurch kann nach einer einmaligen Interpolation in der zehnstelligen Tafel der Werth von  $\log M$  ermittelt werden. Die Werthe von  $\cos v$  wurden dem Thesaurus mathematicus von Pitiscus (Francofurti 1613) entlehnt, die Logarithmen der Zahlen aus Vega's sehr verlässlichem Thesaurus logarithmorum (Leipzig 1794), die trigonometrischen Functionen bis  $v = 10^\circ$  ebenfalls dem Thesaurus, für die weiteren Grade aber den wesentlich genaueren Tafeln von Gellibrand (Trigonometria britannica. Goudae 1633); bei Benützung dieser Tafel wurde die elfte Decimale in Rechnung genommen. Die Tafel ist nur bis  $176^\circ$  ausgedehnt, da die Interpolation in den letzten Graden schon schwierig, bei  $180^\circ$  aber unthunlich wird; es wird später ein Verfahren angegeben werden, wie man für die in der Anwendung allerdings seltenen Fälle einer die Grösse von  $180^\circ$  nahezu erreichenden wahren Anomalie mit Bequemlichkeit  $v$  und  $r$  zu berechnen im Stande ist.

Ich werde den Gebrauch der Tafel IV kurz erläutern. Dieselbe gibt für die positiven Werthe von  $v$  und zwar von  $0^\circ$  bis  $10^\circ$  für jede zehnte Sekunde die Werthe von  $M$ , von  $10^\circ$  bis  $176^\circ$  den briggschen Logarithmus von  $M$ ; für die negativen Werthe von  $v$  hat man sich  $M$  mit dem negativen Vorzeichen versehen zu denken. Jede Seite enthält zwei Grade und am Fusse einige Proportionaltheile; in keinem Theile der Tafel wird es nöthig sein, bei der Interpolation auf zweite Differenzen Rücksicht zu nehmen. Sind  $t$  und  $q$  gegeben, so berechnet man:

$$M = \frac{t}{q^{3/2}}, \quad 4)$$

und erhält, mit dem Werthe  $M$  in die Tafel eingehend, durch eine einfache Interpolation den Werth von  $v$ . Sind aber  $v$  und  $q$  gegeben, und soll daraus  $t$  bestimmt werden, so entlehnt man mit dem Argumente  $v$  der Tafel IV den Werth von  $M$  und hat:

$$t = Mq^{3/2}. \quad 5)$$

Einige Beispiele werden zur Erklärung dienen. Es sei  $\log q = 9.519\ 0730$  gegeben und für die Zeitmomente, welche 36.55397, 0.99927 Tage vor und 10000.0 Tage nach dem Periheldurchgange liegen, die wahre Anomalie zu bestimmen; man hat nach 4):

$$\log q^{3/2} = 9.278\ 6095$$

|          | I                          | II                       | III                         |
|----------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| $t$      | — 36.55397                 | — 0.99927                | + 10000.00                  |
| $\log t$ | $1_{n562} 9345$            | $9_{n999} 6828$          | $4.000\ 0000$               |
| $\log M$ | $2_{n284} 3250$            | $0_{n721} 0733$          | $4.721\ 3905$               |
| $M$      | —                          | — 5.261 060              | —                           |
| $v$      | — $109^{\circ} 15' 55''76$ | — $7^{\circ} 18' 47''76$ | $170^{\circ} 44' 32''554$ . |

Für den umgekehrten Fall können diese Beispiele wieder verwerthet werden. Es seien die drei eben berechneten wahren Anomalien und die oben angeführte Periheldistanz gegeben, dann stellt sich die Rechnung nach 5) wie folgt:

|          |                            |                          |                           |
|----------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| $v$      | — $109^{\circ} 15' 55''76$ | — $7^{\circ} 18' 47''76$ | $170^{\circ} 44' 32''554$ |
| $M$      | —                          | — 5.261 061              | —                         |
| $\log M$ | $2_{n284} 3250$            | $0_{n721} 0734$          | $4.721\ 3905$             |
| $\log t$ | $1_{n562} 9345$            | $9_{n999} 6829$          | $4.000\ 0000$             |
| $t$      | — 36.55397                 | — 0.99927                | + 10000.00.               |

Man wird bemerken, dass in dem dritten Beispiele die wahre Anomalie genauer angesetzt ist, als in den beiden vorhergehenden, um seiner Zeit, wenn man den Radius vector nach der Formel:

$$r = \frac{q}{\cos \frac{1}{2} v^2}, \quad 6)$$

berechnet, den Logarithmus von  $\cos \frac{1}{2} v$  mit genügender Genauigkeit zu erhalten; zwar würde in dem gewählten Beispiele die Mitnahme der Hunderttheile der Sekunde fast ausreichen, doch ist bei noch grösseren Anomalien das Ansetzen weiterer Decimalen der Bogensekunde geboten.

Die Anwendung der Barker'schen Tafel wird, wie schon oben erwähnt, in den Fällen, wo die wahre Anomalie nahe  $180^{\circ}$  ist, wegen der Interpolation mit höheren Differenzwerthen sehr unbequem, für den Grenzfall selbst unmöglich. Ich will daher die Methode auseinandersetzen, die man im Falle sehr grosser Anomalie mit Vortheil in Anwendung ziehen kann.

Der Gleichung 2) (pag. 58) kann die Form:

$$\frac{2kt}{(2q)^{3/2}} = \frac{1}{3} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3 (1 + 3 \cotg \frac{1}{2} v^2), \quad 7)$$

ertheilt werden. Setzt man abkürzend:

$$x = \cotg \frac{1}{2} v, \quad y = \frac{\sqrt[3]{2q}}{\sqrt[3]{6kt}}, \quad 8)$$

so ergibt sich aus 7) leicht:

$$x = y (1 + 3x^2)^{1/3} = y \{1 + x^2 - x^4 + \frac{5}{3}x^6 - \frac{1}{3}x^8 + \dots\}. \quad 9)$$

Keht man diese Reihe um, so dass sich  $x$  nach steigenden Potenzen von  $y$  ergibt, so findet man:

$$x = y \{1 + y^2 + y^4 + \frac{2}{3}y^6 + 0y^8 + \dots\}. \quad 10)$$

Will man Grössen sechster Ordnung von  $y$  übergehen, so kann gesetzt werden :

$$x = \frac{y}{1 - y^2};$$

bestimmt man nun aus  $y$  den Bogen  $w$  durch :

$$y = \sin w,$$

so hat man die von Nicolai (Astr. Nachr. Nr. 79) gegebene Näherungsform :

$$\cotg \frac{1}{2} v = \frac{\sin w}{\cos w^2};$$

bestimmt man aber aus 10) den Ausdruck für  $\log x$ , so findet sich, wenn man alle Glieder bis zur achten Ordnung mitnimmt :

$$\log x = \log y + \text{Mod} \{y^2 + \frac{1}{2} y^4 - \frac{5}{12} y^6 + \dots\}.$$

Die Glieder sechster Ordnung verschwinden und man hat demnach den folgenden bis auf Grössen achter Ordnung richtigen Ausdruck :

$$\log \cotg \frac{1}{2} v = \log y + \text{Mod } y^2 (1 + \frac{1}{2} y^2) \quad 11)$$

Für  $\log y = 9.1802$ , welcher Werth der wahren Anomalie  $= 162^\circ 23'$  entspricht, beträgt der Fehler dieses Ausdrucks nur eine halbe Einheit der siebenten Decimale; letzterer kann demnach bis zu dieser Grenze mit Sicherheit in Anwendung gebracht werden; da aber die Benützung der Barker'schen Tafel selbst bei  $165^\circ$  noch hinreichend bequem ist, so wird durch das Verfahren der fehlende Theil der Barker'schen Tafel in einfacher Weise ersetzt.

Für die umgekehrte Rechnung bedarf es keiner besonderen Formeln; der Ausdruck 7) (pag. 61) in einer für diesen Fall geeigneteren Form geschrieben, ergibt :

$$t = \frac{(2q)^{3/2}}{6k} \cdot \frac{1 + 3 \cotg \frac{1}{2} v^2}{\cotg \frac{1}{2} v^3}. \quad 12)$$

Hierbei wird es gewöhnlich von Wichtigkeit sein, den Radius vector möglichst genau darzustellen, weshalb man in ersterem Falle zur Berechnung anwendet :

$$r = \frac{q}{\cotg \frac{1}{2} v^2} (1 + \cotg \frac{1}{2} v^2), \quad 13)$$

in letztem Fall, da der Radius vector durch anderweitige Angaben bestimmt ist, wird man behufs Anwendung der Formel 12) aus dieser die Cotangente der halben wahren Anomalie bestimmen und zu diesem Zwecke rechnen :

$$\cos \frac{1}{2} v = \sqrt{\frac{r}{q}}, \quad \cotg \frac{1}{2} v = \frac{\cos \frac{1}{2} v}{\sin \frac{1}{2} v}; \quad 14)$$

der zu  $\cos \frac{1}{2} v$  gehörige Werth von  $\sin \frac{1}{2} v$  kann, da  $\frac{1}{2} v$  nicht viel von  $90^\circ$  verschieden ist, mit Bequemlichkeit aus der logarithmischen Tafel entlehnt werden.

Die Formeln 11) und 13) sollen nun durch ein Beispiel erläutert werden. Ich werde zu diesem Zwecke die bezüglichen Ausdrücke zusammenstellen und dann die Zahlen des obigen Beispiels III (pag. 61) zur Anwendung vornehmen :

$$\left. \begin{aligned} \log y &< 9.18 \\ y &= \gamma \sqrt[4]{\frac{q}{t}} & \log \gamma &= 0.479 \ 2708 \\ \log \cotg \frac{1}{2} v &= \log y + \text{Mod } y^2 (1 + \frac{1}{2} y^2); & \log \text{Mod} &= 9.637 \ 7843 \\ r &= \frac{q}{\cotg \frac{1}{2} v^2} (1 + \cotg \frac{1}{2} v^2). \end{aligned} \right\} \quad 15)$$



Die Rechnung nach diesen Formeln stellt sich wie folgt :

|                       |                |                                 |             |
|-----------------------|----------------|---------------------------------|-------------|
| $\log t$              | 4.000 0000     | $\log y^2$                      | 7.810 948   |
| $\frac{1}{2} \log t$  | 1.333 3333     | $\log \frac{1}{2} y^2$          | 7.509 918   |
| $\gamma \sqrt{q}$     | 0.238 8073     | $\log (1 + \frac{1}{2} y^2)$    | 0.001 403   |
| $\log y$              | 8.905 4740     | $\log \text{ Corr.}$            | 7.450 135   |
| Correct. +            | 0.002 8193     | $\cotg \frac{1}{2} v^2$         | 7.816 5866  |
| $\cotg \frac{1}{2} v$ | 8.908 2933     | $1 + \cotg \frac{1}{2} v^2$     | 0.002 8376  |
| $\frac{1}{2} v$       | 85° 22' 16" 27 | $q (1 + \cotg \frac{1}{2} v^2)$ | 9.521 9106  |
| $v$                   | 170 44 32.54   | $\log r$                        | 1.705 3240. |

Noch bequemer lässt sich die Rechnung gestalten, wenn man geeignet construirte Hilfstafeln benützt. Setzt man :

$$\left. \begin{aligned} \cotg \frac{1}{2} v &= x \\ \sin w &= 2 y = \frac{2\sqrt{2q}}{\sqrt[3]{6kt}} \\ \sin v &= \sin w \sqrt[3]{b}, \end{aligned} \right\} \quad 16)$$

so ist mit Rücksicht auf 8) und 9) (pag. 61) :

$$\sqrt[3]{b} = \frac{(1 + 3x^2)^{1/3}}{1 + x^2}; \quad 17)$$

die Formel 7) (pag. 61) kann leicht auf die Form gebracht werden :

$$\frac{2kt}{(2q)^{3/2}} = \frac{1}{2} \tg \frac{1}{2} v^3 (1 + \cotg \frac{1}{2} v^2)^3 \frac{1 + 3 \cotg \frac{1}{2} v^2}{(1 + \cotg \frac{1}{2} v^2)^3};$$

der letzte Factor ist hier  $b$ , für den ersten Factor wird erhalten :

$$\frac{1}{2} \tg \frac{1}{2} v^3 (1 + \cotg \frac{1}{2} v^2)^3 = \frac{1}{2} (\tg \frac{1}{2} v + \cotg \frac{1}{2} v)^3 = \frac{8}{3 \sin v^3}.$$

Entwickelt man nun  $\log b^{-1/3}$  mit Hilfe der logarithmischen Reihe in :

$$\log b^{-1/3} = \text{Mod} \left\{ \frac{3-1}{2} x^4 - \frac{3^2-1}{3} x^6 + \frac{3^3-1}{4} x^8 - \dots \right\}, \quad 18)$$

und nennt den Werth dieser Reihe :  $-\mathcal{A} \log \sin w$ , so ist :

$$\log \sin v = \log \sin w + \mathcal{A} \log \sin w.$$

Die Rechnung dieser Correction des  $\log \sin w$  kann aber ohne Schwierigkeit zu jedem beliebigen Werthe von  $\log \sin w$  ausgeführt werden, denn  $\sin w = 2 y$  wird zu einem gegebenen Werthe von  $t$  und  $q$  nach 16) berechnet werden können;  $x$  findet sich mit Hilfe des eben gefundenen Werthes von  $y$  durch die Reihe 10); ist  $x$  bekannt, so gibt die Reihe 18) unmittelbar  $\mathcal{A} \log \sin w$ .

Will man für den umgekehrten Fall aus  $r$  und  $v$  in Verbindung mit dem bekannten Werthe von  $q$  die Zeit finden, so bedarf es allerdings keiner Hilfstafeln, denn die Formeln 12) und 13) gewähren eine hinreichend bequeme Rechnung, doch wird diese durch eine Hilfstafel etwas vereinfacht.

Sind  $v$ ,  $r$  und  $q$  gegeben, so wird es im allgemeinen in diesen Fällen vorteilhafter,  $\sin v$  aus :

$$\sin v = 2 \sin \frac{1}{2} v \sqrt{\frac{q}{r}},$$

zu berechnen, mit welchem Werthe man  $x = \cotg \frac{1}{2} v$  und daraus mit Hilfe der Reihe 18)  $\Delta \log \sin v$  erhält, so dass sein wird:

$$\log \sin w = \log \sin v + \Delta \log \sin v;$$

die Zeit  $t$  findet sich dann bestimmt durch:

$$t = \frac{8}{3} \frac{V^2}{k} \left( \frac{\sqrt{q}}{\sin w} \right)^3.$$

Die Berechnung dieser Ausdrücke von Fall zu Fall mit Benützung der obigen Reihen wäre sehr unbequem. Um diesen Nachtheil zu beheben sind durch A. Palisa Tafeln auf zehn Stellen genau berechnet worden, welche, auf sieben Decimalen abgekürzt, diesem Werke als Tafel Va) und Vb) angefügt sind; die erste gibt mit dem Argumente  $\log \sin w$  den Werth  $\Delta \log \sin w$  in Einheiten der siebenten Decimale, die zweite mit dem Argumente  $\log \sin v$  die Correction  $\Delta \log \sin v$  in derselben Einheit. Die Formeln sind zusammengestellt, folgende:

$t$  und  $q$  gegeben:

$$\left. \begin{aligned} \sin w &= \alpha \frac{\sqrt{q}}{\sqrt{t}}, & \log \alpha &= 0.780\ 3008 \\ \log \sin v &= \log \sin w + \Delta \log \sin w \\ \Delta \log \sin w &\text{ mit Argument } \log \sin w \text{ aus Tafel Va)} \\ r &= 4q \left( \frac{\sin \frac{1}{2} v}{\sin v} \right)^2. \end{aligned} \right\} \quad 19)$$

$r$  und  $q$  gegeben (eventuell  $v$ ):

$$\left. \begin{aligned} \sin v &= 2 \sin \frac{1}{2} v \sqrt{\frac{q}{r}} \\ \sin w &= \log \sin v + \Delta \log \sin v \\ \Delta \log \sin v &\text{ mit Argument } \log \sin v \text{ aus Tafel Vb)} \\ t &= \alpha^3 \left( \frac{\sqrt{q}}{\sin w} \right)^3, & \log \alpha^3 &= 2.340\ 9023. \end{aligned} \right\} \quad 20)$$

Ich will noch, um die Anwendung der Formeln 19) zu erläutern, das oben gewählte Beispiel vornehmen:

$$\begin{aligned} \log t & 4.000\ 0000 & \Delta \log \sin w & -0.000\ 0183 \text{ aus Tafel Va, Argument: } \lg \sin w \\ \frac{1}{2} \log t & 1.333\ 3333 & \sin v & 9.206\ 4857 \\ \log \alpha \sqrt{q} & 0.539\ 8373 & v & 170^\circ\ 44'\ 32''\ 55 \\ \log \sin w & 9.206\ 5040 & \sin \frac{1}{2} v & 9.998\ 5812 \\ & & \sin \frac{1}{2} v : \sin v & 0.792\ 0955 \\ & & (\sin \frac{1}{2} v : \sin v)^2 & = 1.584\ 1910 \\ & & \log r & 1.705\ 3240. \end{aligned}$$

## c. Hyperbel.

Multipliziert man die Gleichung 14) (pag. 53) beiderseits mit  $-\sqrt{\eta}$  und lässt die Integrationsconstante unter der Bedingung, dass die Zeit vom Perihel aus gezählt werde, weg, so findet sich:

$$\frac{(k)t}{(-a)^{3/2}} = \frac{2e\tau\sqrt{\eta}}{1-\eta\tau^2} - \log \operatorname{nat} \frac{1+\tau\sqrt{\eta}}{1-\tau\sqrt{\eta}}. \quad 1)$$

Setzt man nun:

$$\tau\sqrt{\eta} = \operatorname{tg} \frac{1}{2} F, \quad 2)$$

so wird:

$$\frac{1+\tau\sqrt{\eta}}{1-\tau\sqrt{\eta}} = \operatorname{tg} (45^\circ + \frac{1}{2} F) \quad , \quad \frac{2\tau\sqrt{\eta}}{1-\eta\tau^2} = \operatorname{tg} F. \quad 3)$$

Multipliziert man die Gleichung 1), um die gewöhnlichen Logarithmentafeln bequem in Anwendung ziehen zu können, beiderseits mit dem Modul der briggschen Logarithmen und substituirt in dieselbe den Winkel  $F$  nach den eben entwickelten Formeln, so erhält man:

$$\frac{\operatorname{Mod} (k)t}{(-a)^{3/2}} = (e \operatorname{Mod}) \operatorname{tg} F - \log \operatorname{tg} (45^\circ + \frac{1}{2} F), \quad 4)$$

aus welcher transcendenten Gleichung, wenn  $a$ ,  $e$  und  $t$  gegeben sind,  $F$  durch Versuche zu bestimmen ist. Ist einmal der Werth von  $F$  bekannt, der der Gleichung 4) Genüge leistet, so findet sich nach 2) die wahre Anomalie:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v = \operatorname{tg} \frac{1}{2} F \sqrt{\frac{e+1}{e-1}}, \quad 5)$$

und aus  $v$  in bekannter Weise der Radius vector.

Da die Anwendung dieser Formeln für alle jene Fälle, in welchen sich  $e$  wenig von der Einheit unterscheidet, sehr unsicher wird, dies aber gerade diejenigen sind, welche in unserem Sonnensysteme praktische Bedeutung haben, so kann die weitere Verfolgung der für die Hyperbel geltenden Ausdrücke und Relationen übergangen werden.

## d. Nahezu parabolische Bahnen.

Zur Bestimmung der wahren Anomalie in nahezu parabolischen Bahnen kann man die Gleichung 5) (pag. 51) vornehmen. Nachdem dieselbe nach steigenden Potenzen von  $e\tau^2$  entwickelt ist, gibt die Integration ohne Schwierigkeit:

$$\left. \begin{aligned} \frac{k t \sqrt{1+e}}{2a^{3/2}} &= \tau \left\{ 1 - \frac{3}{2} e\tau^2 + \frac{3}{2} e^2\tau^4 - \frac{1}{2} e^3\tau^6 + \dots \right\} \\ &+ \frac{\tau^3}{3} \left\{ 1 - \frac{3}{2} e\tau^2 + \frac{3}{2} e^2\tau^4 - \frac{1}{2} e^3\tau^6 + \dots \right\}. \end{aligned} \right\} \quad 1)$$

In dieser Gleichung habe ich wieder statt  $(k) = k\sqrt{1+m}$  unmittelbar  $k$  gesetzt, weil die Massen der in diesem Falle in Betracht kommenden Körper unmerklich sind; müssten dieselben jemals berücksichtigt werden, so würde man für  $t$  einfach  $t\sqrt{1+m}$  einzuführen haben;  $t$  muss, da die Integrationsconstante der Null gleich gesetzt ist, von der Zeit der Perihelpassage an gezählt werden.

Ich führe in das Problem zunächst zwei Unbekannte  $x$  und  $f$  ein, zu deren Bestimmung nothwendig zwei Bedingungen gegeben sein müssen. Die eine Bedingung wähle ich so, dass der Gleichung:

$$\frac{k t \sqrt{1+e}}{2q^{3/2}} = x + \frac{1}{3} f^2 x^3, \quad 2)$$

genügt wird. Multiplicirt man beiderseits mit  $f$ , so erhält die Gleichung rechter Hand jene Form, die in parabolischen Bahnen zur Bestimmung der wahren Anomalie dient, nur tritt statt  $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v$  die Unbekannte  $fx$  ein; man kann daher, sobald  $f$  bekannt ist, zur Bestimmung der Grösse  $fx$  die Barker'sche Tafel benützen, da der links vom Gleichheitszeichen in 2) stehende Ausdruck in einem gegebenen Falle einen bestimmten numerischen Werth annimmt. Als zweite Bedingung für die Bestimmung der Unbekannten nehme ich an, dass zwischen  $\tau$  und  $x$  die Relation bestehe:

$$\tau = x \{ 1 + A_1 \varepsilon x^2 + A_2 \varepsilon^2 x^4 + A_3 \varepsilon^3 x^6 + \dots \}, \quad 3)$$

in welchen Ausdrücken  $A_1, A_2, A_3 \dots$  ausschliesslich Functionen von  $\varepsilon$  sein sollen, deren Bestimmung weiter unten vorgenommen werden wird. Bildet man nach 3) die positiven ungeraden Potenzen von  $\tau$ , so wird man erhalten:

$$\left. \begin{aligned} \tau^3 &= x^3 \{ 1 + B_1 \varepsilon x^2 + B_2 \varepsilon^2 x^4 + B_3 \varepsilon^3 x^6 + \dots \} \\ \tau^5 &= x^5 \{ 1 + C_1 \varepsilon x^2 + C_2 \varepsilon^2 x^4 + C_3 \varepsilon^3 x^6 + \dots \} \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \right\} \quad 4)$$

in welchen Gleichungen die durch grosse lateinische Buchstaben dargestellten Coëfficienten Functionen von  $\varepsilon$  sein werden; die Darstellung der  $B, C, D$ , Coëfficienten als Functionen von  $A_1, A_2, A_3 \dots$  mit Hilfe des polynomischen Satzes wird keinen Schwierigkeiten unterworfen sein. Substituirt man die Ausdrücke 3) und 4) in die Gleichung 1) und ordnet nach den ungeraden Potenzen von  $x$ , so ergibt sich sofort mit Rücksicht auf 2):

$$x + x^3 \{ (A_1 - \frac{3}{2}) \varepsilon + \frac{1}{2} \} + x^5 \{ (A_2 - \frac{3}{2} B_1 + \frac{3}{2}) \varepsilon^2 + (\frac{1}{2} B_1 - \frac{3}{2}) \varepsilon \} + \dots = x + \frac{1}{3} f^2 x^3.$$

Vergleicht man die zu gleichen Potenzen von  $x$  gehörigen Coëfficienten, so finden sich zur Bestimmung der auftretenden Unbekannten die Relationen:

$$\left. \begin{aligned} f^2 &= 1 + 3\varepsilon (A_1 - \frac{3}{2}) \\ -\frac{1}{3} B_1 &= -\frac{3}{2} + \varepsilon (A_2 - \frac{3}{2} B_1 + \frac{3}{2}) \\ -\frac{1}{3} B_2 &= -\frac{3}{2} C_1 + \frac{3}{2} + \varepsilon (A_3 - \frac{3}{2} B_2 + \frac{3}{2} C_1 - \frac{4}{3}) \\ -\frac{1}{3} B_3 &= -\frac{3}{2} C_2 + \frac{3}{2} D_1 - \frac{4}{3} + \varepsilon (A_4 - \frac{3}{2} B_3 + \frac{3}{2} C_2 - \frac{4}{3} D_1 + \frac{5}{3}). \end{aligned} \right\} \quad 5)$$

Es ist also  $f$  ebenfalls eine Function von  $\varepsilon$ . Die Gleichungen 5) enthalten die Lösung des Problems, da dieselben die Bestimmung der  $A_1, A_2, A_3 \dots$  Coëfficienten nach steigenden Potenzen von  $\varepsilon$  gestatten.

Die Durchführung der für diese Bestimmung nöthigen Operationen ist keine geringe Arbeit und nimmt mit Berücksichtigung der höheren Potenzen von  $\varepsilon$  in ausserordentlicher Weise zu; R. Schram und F. K. Ginzel haben die hierfür nöthigen numerischen Operationen bis zu den Grössen achter Ordnung von  $\varepsilon$  durchgeführt; der erstere hat sich die Rechnung in folgender Weise zurecht gelegt.

In den Gleichungen 5) wurden, da  $A_1 A_2 A_3 \dots B_1 B_2 B_3 \dots C_1 C_2 C_3 \dots$  Reihen nach steigenden Potenzen von  $\epsilon$  sind, eingeführt:

$$\left. \begin{aligned} A_n &= A_{n0} + A_{n1} \epsilon + A_{n2} \epsilon^2 + A_{n3} \epsilon^3 + \dots \\ \frac{1}{2} B_n &= B_{n0} + B_{n1} \epsilon + B_{n2} \epsilon^2 + B_{n3} \epsilon^3 + \dots \\ \frac{1}{3} C_n &= C_{n0} + C_{n1} \epsilon + C_{n2} \epsilon^2 + C_{n3} \epsilon^3 + \dots \\ &\dots \end{aligned} \right\} 6)$$

und nach Einsetzung dieser Reihen in die vorgelegten Gleichungen die Coefficienten der gleichen Potenzen von  $\epsilon$  einander gleich gesetzt. Man erhielt so aus jeder Gleichung ein System von Bedingungsleichungen:

$$\left. \begin{aligned} B_{10} &= + \frac{2}{3} & B_{20} &= - \frac{2}{3} + 2 C_{10} \\ B_{11} &= - \frac{2}{3} - A_{20} + 2 B_{10} & B_{21} &= + \frac{4}{3} + 2 C_{11} - A_{30} + 2 B_{20} \\ B_{12} &= - A_{21} + 2 B_{11} & B_{22} &= + 2 C_{12} - A_{31} + 2 B_{21} - 3 C_{11} \\ B_{13} &= - A_{22} + 2 B_{12} & & \\ &\dots & & \\ B_{30} &= + \frac{4}{3} + 2 C_{20} - 3 D_{10} & & \\ B_{31} &= - \frac{2}{3} + 2 C_{21} - 3 D_{11} - A_{40} + 2 B_{30} - 3 C_{20} + 4 D_{10} & & \\ B_{32} &= + 2 C_{22} - 3 D_{12} - A_{41} + 2 B_{31} - 3 C_{21} + 4 D_{11} & & \\ &\dots & & \\ B_{40} &= - \frac{5}{12} + 2 C_{30} - 3 D_{20} + 4 E_{10} & & \\ B_{41} &= + \frac{5}{12} + 2 C_{31} - 3 D_{21} + 4 E_{11} - A_{50} + 2 B_{40} - 3 C_{30} + 4 D_{20} - 5 E_{10} & & \\ B_{42} &= + 2 C_{32} - 3 D_{22} + 4 E_{12} - A_{51} + 2 B_{41} - 3 C_{31} + 4 D_{21} - 5 E_{11} & & \\ &\dots & & \end{aligned} \right\} 7)$$

Diese konnten nicht zur Bestimmung der Unbekannten ausreichen, sondern man musste sich aus der Abhängigkeit der Grössen  $B, C, D, E \dots$  von  $A$  ein weiteres Gleichungssystem verschaffen. Es ist nach dem polynomischen Satze, wenn man:

$$(A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3 + \dots)^n = N_0 + N_1 x + N_2 x^2 + N_3 x^3 + \dots$$

setzt:

$$N_m = \sum \frac{n!}{\alpha! \beta! \gamma! \dots} A_a^\alpha A_b^\beta A_c^\gamma \dots, \quad \left. \begin{aligned} \alpha + \beta + \gamma + \dots &= n \\ \alpha a + \beta b + \gamma c + \dots &= m. \end{aligned} \right\} 8)$$

mit den Bedingungen:

Ist nun aber:

$$A_a^\alpha = \{A_{a0} + A_{a1} y + A_{a2} y^2 + A_{a3} y^3 + \dots\}^\alpha,$$

so ist der Coefficient von  $y^r$  gleich:

$$\left. \begin{aligned} \sum \frac{\alpha!}{\alpha'! \beta'! \gamma'! \dots} A_{aa'}^{\alpha'} A_{ab'}^{\beta'} A_{ac'}^{\gamma'} \dots, \\ \alpha' + \beta' + \gamma' + \dots &= \alpha \\ \alpha' a' + \beta' b' + \gamma' c' + \dots &= r, \end{aligned} \right\} 9)$$

mit den Bedingungen:

ebenso für:

$$A_b^\beta = \{A_{b0} + A_{b1} y + A_{b2} y^2 + A_{b3} y^3 + \dots\}^\beta,$$

der Coëfficient von  $y^s$  gleich :

$$\sum \frac{\beta!}{\alpha''! \beta''! \gamma''! \dots} A_{ba''}^{\alpha''} A_{bb''}^{\beta''} A_{bc''}^{\gamma''} \dots, \quad \left. \begin{array}{l} \text{mit den Bedingungen :} \\ \alpha'' + \beta'' + \gamma'' + \dots = \beta \\ \alpha'' a'' + \beta'' b'' + \gamma'' c'' + \dots = s. \end{array} \right\} 10)$$

Setzt man die Werthe aus 9) und 10) in 8) ein, so wird, wenn :

$$r + s = p,$$

ist, gefunden :

$$N_{mp} = \sum \frac{n!}{\alpha'! \beta'! \gamma'! \dots \alpha''! \beta''! \gamma''! \dots \alpha'''! \beta'''! \gamma'''! \dots} A_{aa'}^{\alpha'} A_{ab'}^{\beta'} A_{ac'}^{\gamma'} \dots \\ \dots A_{ba''}^{\alpha''} A_{bb''}^{\beta''} A_{bc''}^{\gamma''} \dots A_{ca'''}^{\alpha'''} A_{cb'''}^{\beta'''} A_{cc'''}^{\gamma'''} \dots,$$

mit den Bedingungen :

$$\alpha' + \beta' + \gamma' \dots + \alpha'' + \beta'' + \gamma'' \dots + \alpha''' + \beta''' + \gamma''' + \dots = n \\ \alpha'a + \beta'a + \gamma'a \dots + \alpha''b + \beta''b + \gamma''b \dots + \alpha'''c + \beta'''c + \gamma'''c + \dots = m \\ \alpha'a' + \beta'b' + \gamma'c' \dots + \alpha''a'' + \beta''b'' + \gamma''c'' \dots + \alpha'''a''' + \beta'''b''' + \gamma'''c''' + \dots = p.$$

Da nun :

$$\begin{array}{llllll} 3 & B_{mp} & \text{ein Coëfficient in der Entwicklung zur 3ten Potenz,} \\ 5 & C_{mp} & \text{,,} & \text{,,} & \text{,,} & \text{5ten} \\ 7 & D_{mp} & \text{,,} & \text{,,} & \text{,,} & \text{7ten} \\ & \dots & & & & \dots \end{array}$$

ist, so wird man haben :

$$B_{mp} = \sum \frac{2!}{\alpha! \beta! \gamma!} A_{aa'}^{\alpha} A_{bb'}^{\beta} A_{cc'}^{\gamma},$$

mit den Bedingungen :

$$\alpha + \beta + \gamma = 3 \\ \alpha a + \beta b + \gamma c = m \\ \alpha a' + \beta b' + \gamma c' = p;$$

weilers :

$$C_{mp} = \sum \frac{4!}{\alpha! \beta! \gamma! \delta! \epsilon!} A_{aa'}^{\alpha} A_{bb'}^{\beta} A_{cc'}^{\gamma} A_{dd'}^{\delta} A_{ee'}^{\epsilon},$$

mit den Bedingungen :

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta + \epsilon = 5 \\ \alpha a + \beta b + \gamma c + \delta d + \epsilon e = m \\ \alpha a' + \beta b' + \gamma c' + \delta d' + \epsilon e' = p$$

Jede dieser Gleichungen liefert ein System von Bedingungsgleichungen :

$$\left. \begin{array}{ll} B_{20} = A_{20} + A_{10}^2 & C_{20} = A_{20} + 2A_{10}^2 \\ B_{21} = A_{21} + 2A_{11}A_{10} & C_{21} = A_{21} + 4A_{11}A_{10} \\ B_{22} = A_{22} + 2A_{12}A_{10} + A_{11}^2 & C_{22} = A_{22} + 4A_{12}A_{10} + 2A_{11}^2 \\ \dots & \dots \\ B_{30} = A_{30} + 2A_{20}A_{10} + \frac{1}{3}A_{10}^3 & D_{20} = A_{20} + 3A_{10}^2 \\ B_{31} = A_{31} + 2A_{21}A_{10} + 2A_{20}A_{11} + A_{11}A_{10}^2 & D_{21} = A_{21} + 6A_{11}A_{10} \\ \dots & \dots \end{array} \right\} 11)$$

ausserdem bestehen wegen :

$$A_{00} = 1, \quad A_{01} = A_{02} = A_{03} \dots = 0,$$

die Gleichungen :

$$\begin{aligned} B_{10} &= C_{10} = D_{10} = E_{10} \dots = A_{10} \\ B_{11} &= C_{11} = D_{11} = E_{11} \dots = A_{11} \\ B_{12} &= C_{12} = D_{12} = E_{12} \dots = A_{12} \\ &\dots \dots \dots \end{aligned}$$

Diese Gleichungen in Verbindung mit 7) gestatten nun eine successive Bestimmung der Grössen  $A_{10} A_{11} A_{12} \dots A_{20} A_{21} A_{22} \dots A_{30} A_{31} \dots$

Um die auf diese Weise erhaltenen Resultate einer durchgreifenden Controle zu unterziehen, wurden die Coëfficienten der  $f^2$  Reihe nach einer ganz anderen Methode nochmals gerechnet. Setzt man nämlich zwischen  $x$  und  $\tau$  eine Relation von der Form :

$$\begin{aligned} x &= \tau \{ 1 + A'_1 \epsilon \tau^2 + A'_2 \epsilon^2 \tau^4 + \dots \} \\ \text{und: } x^3 &= \tau^3 \{ 1 + B'_1 \epsilon \tau^2 + B'_2 \epsilon^2 \tau^4 + \dots \}, \end{aligned} \quad 12)$$

voraus, so werden die  $B'$  Coëfficienten völlig bestimmte Functionen der  $A'$  Coëfficienten sein und jeder dieser Coëfficienten wird durch eine Reihe nach steigenden Potenzen von  $\epsilon$  dargestellt werden können. Substituirt man diese Reihen in die Gleichung 2) (pag. 66), ersetzt aber den links vom Gleichheitszeichen stehenden Ausdruck durch die Relation 1) (pag. 65), so wird, wenn für  $f^2$  eine Function von der Form :

$$\frac{1}{3} f^2 = \varphi_0 + \varphi_1 \epsilon + \varphi_2 \epsilon^2 + \dots,$$

und für  $A'$  und  $B'$  :

$$\begin{aligned} A'_1 &= A'_{10} + A'_{11} \epsilon + A'_{12} \epsilon^2 + A'_{13} \epsilon^3 + \dots \\ A'_2 &= A'_{20} + A'_{21} \epsilon + A'_{22} \epsilon^2 + A'_{23} \epsilon^3 + \dots \\ &\dots \dots \dots \\ \frac{1}{3} B'_1 &= B'_{10} + B'_{11} \epsilon + B'_{12} \epsilon^2 + B'_{13} \epsilon^3 + \dots \\ \frac{1}{3} B'_2 &= B'_{20} + B'_{21} \epsilon + B'_{22} \epsilon^2 + B'_{23} \epsilon^3 + \dots \\ &\dots \dots \dots \end{aligned}$$

eingeführt wird, die Gleichsetzung der Coëfficienten der gleichen Potenzen sofort ergeben :

$$\left. \begin{aligned} \varphi_0 &= \frac{1}{3} \\ \varphi_1 &= -\frac{2}{3} - A'_{10} \\ \varphi_2 &= -A'_{11} \\ \varphi_3 &= -A'_{12} \\ &\dots \\ &\dots \\ B'_{10} &= -\frac{2}{3} \\ B'_{11} &= -3 \varphi_1 B'_{10} - A'_{20} + \frac{2}{3} \\ B'_{12} &= -3 \varphi_1 B'_{11} - 3 \varphi_2 B'_{10} - A'_{21} \\ &\dots \\ &\dots \end{aligned} \right\} \begin{aligned} B'_{20} &= +\frac{2}{3} \\ B'_{21} &= -3 \varphi_1 B'_{20} - A'_{30} - \frac{4}{3} \\ B'_{22} &= -3 \varphi_1 B'_{21} - 3 \varphi_2 B'_{20} - A'_{31} \\ &\dots \\ &\dots \\ B'_{30} &= -\frac{4}{3} \\ B'_{31} &= +\frac{5}{3} - 3 \varphi_1 B'_{30} - A'_{40} \\ B'_{32} &= -3 \varphi_1 B'_{31} - 3 \varphi_2 B'_{30} - A'_{41} \\ &\dots \\ &\dots \end{aligned} \quad 13)$$

Diese Gleichungen in Verbindung mit dem Gleichungssystem 11) gestatten aber, die Grössen  $\varphi_0 \varphi_1 \varphi_2 \dots$  in völlig unabhängiger Weise zu bestimmen, und da in der

früher erläuterten Methode alle späteren Coëfficienten bei der Berechnung der  $f^2$  Coëfficienten auftreten, so erscheint die ganze Entwicklung durchgreifend controlirt.

Die folgenden Coëfficienten sind nach den eben beschriebenen beiden Methoden gerechnet und geprüft worden, die Zahlen für jede der beiden Methoden überdies durch eine doppelte Rechnung controlirt, indem sowohl Schram als Ginzel unabhängig von einander die bezüglichen sehr umfassenden Rechnungen durchgeführt haben. Da also die erhaltenen numerischen Werthe gleichsam durch eine vierfache Rechnung geprüft erscheinen, so kann an der Richtigkeit der folgenden Angaben um so weniger gezweifelt werden, als die Resultate der Entwicklung an mehreren Beispielen durch eine genaue zehnstellige Rechnung eine vollständige Bestätigung erfahren haben. Es fand sich, indem die Entwicklung bis zu den achten Potenzen von  $\epsilon$  inclusive durchgeführt wurde:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{2}{5} - \frac{2}{175} \epsilon - \frac{52}{7875} \epsilon^2 - \frac{13\,375}{303\,1875} \epsilon^3 - \frac{63\,2832}{1\,9707\,1875} \epsilon^4 - \frac{23\,0252\,5440}{9311\,6460\,9375} \epsilon^5 - \\
 &\quad - \frac{1567\,9650\,8160}{79\,1489\,9179\,6875} \epsilon^6 - \frac{946\,2399\,3925\,6320}{57\,8974\,8749\,9414\,0625} \epsilon^7 - \dots \\
 A_2 &= \frac{37}{175} - \frac{128}{7875} \epsilon - \frac{2\,6665}{303\,1875} \epsilon^2 - \frac{110\,5918}{1\,9707\,1875} \epsilon^3 - \frac{36\,7773\,6960}{9311\,6460\,9375} \epsilon^4 - \\
 &\quad - \frac{2346\,3281\,6640}{79\,1489\,9179\,6875} \epsilon^5 - \frac{1347\,6929\,7512\,4480}{57\,8974\,8749\,9414\,0625} \epsilon^6 - \dots \\
 A_3 &= \frac{920}{7875} - \frac{4\,7805}{303\,1875} \epsilon - \frac{156\,0226}{1\,9707\,1875} \epsilon^2 - \frac{44\,6384\,2215}{9311\,6460\,9375} \epsilon^3 - \\
 &\quad - \frac{2571\,7119\,1200}{79\,1489\,9179\,6875} \epsilon^4 - \frac{1373\,1222\,0458\,7225}{57\,8974\,8749\,9414\,0625} \epsilon^5 - \dots \\
 A_4 &= \frac{19\,8285}{303\,1875} - \frac{255\,5834}{1\,9707\,1875} \epsilon - \frac{55\,8271\,2015}{9311\,6460\,9375} \epsilon^2 - \frac{2712\,3633\,7740}{79\,1489\,9179\,6875} \epsilon^3 - \\
 &\quad - \frac{1291\,5661\,5600\,7785}{57\,8974\,8749\,9414\,0625} \epsilon^4 - \dots \\
 A_5 &= \frac{725\,0264}{1\,9707\,1875} - \frac{90\,6400\,8855}{9311\,6460\,9375} \epsilon - \frac{3253\,9779\,5760}{79\,1489\,9179\,6875} \epsilon^2 - \\
 &\quad - \frac{1277\,6577\,8043\,1350}{57\,8974\,8749\,9414\,0625} \epsilon^3 - \dots \\
 A_6 &= \frac{193\,1069\,7825}{9311\,6460\,9375} - \frac{5458\,7671\,1100}{79\,1489\,9179\,6875} \epsilon - \frac{1528\,0510\,3151\,1075}{57\,8974\,8749\,9414\,0625} \epsilon^2 - \dots \\
 A_7 &= \frac{9261\,2063\,1240}{79\,1489\,9179\,6875} - \frac{2720\,3057\,6880\,8895}{57\,8974\,8749\,9414\,0625} \epsilon - \dots \\
 A_8 &= \frac{3824\,1066\,6484\,3950}{57\,8974\,8749\,9414\,0625} - \dots
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

Hiermit erscheint das Problem völlig gelöst, denn nach der ersten Gleichung in 5) (pag. 66) ist  $f$  eine einfache Function von  $A_1$ , kann also für eine gegebene Excentricität leicht berechnet werden, die Bestimmung von  $fx$  mit Hilfe der Barker'schen Tafel ist aber bei der Gleichung 2) (pag. 66) näher erläutert worden, die Ermittlung des Werthes  $\tau = \operatorname{tg} \frac{1}{4} \varphi$  mit Hilfe der Gleichung 3) (pag. 66) hat daher keine andere Schwierigkeit, als die einer ziemlich ausgedehnten numerischen Operation. Es erübrigt nur noch die Aufgabe, die letztere durch zweckmässig construirte Hilfstafeln auf ein möglichst geringes Mass zurückzuführen.



Die Tabulirung von  $f$  als Function von  $\varepsilon$  ist leicht genug auszuführen: die Tafel VIa enthält nebst einer sofort zu erläuternden Grösse  $E$  die diesbezüglichen Hilfsmittel. Wollte man aber aus  $x$  nach Gleichung 3) den Werth von  $\tau$  unmittelbar mit Hilfe einer Tafel rechnen, so würde diese sehr umfangreich und mit doppeltem Eingange versehen sein müssen. Dieser Ausdruck wurde demnach noch weiter umgeformt, so dass die schliesslich nothwendige verhältnismässig kleine Tafel mit doppeltem Eingange nur ganz geringfügige und so kleine Correctionen ergibt, dass sie für eine siebenstellige Rechnung in den praktisch wichtigen Fällen verschwinden. Macht man:

$$E = \frac{1}{2} A_1, \quad 15)$$

so wird sofort mit Rücksicht auf die numerischen Werthe in 14)  $E$  als Function von  $\varepsilon$  darzustellen sein: die numerischen Werthe von  $\log E$  sind in die Tafel VIa aufgenommen. Setzt man weiter:

$$\left. \begin{aligned} n &= \varepsilon E x^2 \\ G &= 1 + \frac{1}{2} n + \frac{37}{175} n^2 + \frac{229}{7875} n^3 + \dots, \end{aligned} \right\} 16)$$

in welcher Reihe die Coëfficienten von  $n$  die Anfangsglieder beziehungsweise der Reihen  $A_1 A_2 A_3 \dots$  sind, so wird man  $\tau$  auf die Form:

$$\tau = xGH, \quad 17)$$

bringen können, in welcher  $H$  offenbar einen Werth annehmen wird, der sich von der Einheit nur um eine Grösse dritter Ordnung von  $\varepsilon$  unterscheiden kann, und überdies, wie die Entwicklung zeigt, mit einem kleinen numerischen Coëfficienten multiplicirt ist; es wird also  $\log H$  selbst innerhalb der Grenzen der hier entwickelten Methode als eine kleine Correctionsgrösse erscheinen, die eine Function von  $\varepsilon$  und  $n$  ist. Die Grösse  $G$  erscheint als Function von  $n$  und hat mit diesem Argumente in der Tafel VIb Aufnahme gefunden; die Correctionsgrösse  $\log H$  wurde in die mit doppeltem Eingange versehene Tafel VIc gebracht; das horizontale Argument ist  $\varepsilon$ , das vertikale  $n$ , die Correctionen sind in Einheiten der siebenten Decimale verstanden, und auf der linken Seite die für die Hyperbel, auf der rechten die für die Ellipse geltenden enthalten; für die erstere sind beide Argumente positiv, für die letztere negativ.

Die explicite Entwicklung der Grösse  $\log H$  als Function von  $\varepsilon$  und  $n$  würde ziemlich weitläufige Operationen veranlassen; ich habe es deshalb vorgezogen, dieselbe dadurch zu ermitteln, dass die nach der Formel 3) (pag. 66) neunstellig berechneten strengen Werthe für  $\tau$  mit den ebenso genau berechneten von  $x G$  verglichen wurden; die Differenz der beiden logarithmischen Werthe ist die gesuchte Correction. Die nothwendigen Tafeln sind mit grosser Sorgfalt von F. K. Ginzel durchaus neunstellig und zwar innerhalb so weit ausgedehnter Grenzen berechnet worden, dass diese von den periodischen Kometen kurzer Umlaufszeit wol nur in den seltensten Fällen überschritten werden. Die ermittelten Werthe sind in den Tafeln VIa, VIb und VIc auf sieben Stellen abgekürzt mitgetheilt, die letzte Stelle ist daher, mit Rücksicht auf die neunstellig geführte Rechnung, nahezu verbürgt. Um die neunte Stelle überall annähernd richtig zu erhalten, war es bei den Grenzwerten in einigen Fällen nöthig,

mehr Glieder zu berücksichtigen, als durch die obigen Entwicklungen bekannt sind; es bot aber gar keine Schwierigkeit, durch Induction die folgenden Coëfficienten mit hinreichender Annäherung anzugeben. Was die Grenzen der erwähnten Tafeln anbelangt, so sind diese weiter gezogen, als es durchaus nöthig ist, denn schon vor Eintritt der Grenzfälle bieten die gewöhnlichen Methoden zur Bestimmung der wahren Anomalie ohne Anwendung ausgedehnter logarithmischer Tafeln die nöthige Sicherheit.

Es erübrigt noch, den Gebrauch der Tafeln zu erläutern und die Formeln zusammen zustellen, deren man bei der Rechnung bedarf. Zunächst wird man die für einen bestimmten Kometen als constant auftretenden Grössen ermitteln. Ist  $e$  die Excentricität, so wird man berechnen:

$$\varepsilon = \frac{1-e}{1+e}.$$

Mit dem Argumente  $\varepsilon$  entlehnt man der Tafel VIa die Logarithmen von  $f$  und  $E$  und bildet:

$$\alpha = \frac{f}{q^{3/2}} \sqrt{\frac{1+e}{2}}, \quad \beta = \varepsilon E,$$

wobei  $q$  den Perihelabstand vorstellt. Die Berechnung der Grössen  $\varepsilon$ ,  $\alpha$  und  $\beta$  ist für gegebene Elemente nur einmal durchzuführen und kann den vorbereitenden Rechnungen angeschlossen werden. Ist  $t$  die seit der Perihelpassage verflossene Zeit in Einheiten des mittleren Sonnentages, so bildet man das Argument  $M$  für die Barker'sche Tafel IV nach:

$$M = \alpha t,$$

und entlehnt damit aus derselben den Winkel  $v$ , der aber mit  $w$  bezeichnet werden soll, da derselbe die wahre Anomalie nicht darstellt. Benützt man die Luther'sche Tafel, welche Encke in der zweiten Auflage der berühmten Olbers'schen Abhandlung »Über die leichteste und bequemste Methode, die Bahn eines Kometen zu berechnen« publicirt hat oder Watson's Tafel, so hat man anstatt  $\alpha$  zu setzen:  $\alpha C$ , wobei  $\log C = 9.960\ 1277$  anzunehmen ist.

Es findet sich nun  $x$  und weiters das Argument  $n$  nach:

$$x = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} w}{f}, \quad n = \beta x^2.$$

Aus der Tafel VIb wird hierauf mit dem Argumente  $n$  der Logarithmus von  $G$  entlehnt, aus Tafel VIc mit den Argumenten  $n$  und  $\varepsilon$  die Correctionsgrösse  $\log H$ , welche in Einheiten der siebenten Decimale verstanden ist und in der Regel unmerklich sein wird; es ist dann schliesslich:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v = xGH,$$

womit die gesuchte wahre Anomalie bestimmt erscheint. Den Radius vector  $r$  berechnet man nach:

$$\theta = \varepsilon \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2$$

$$r = \frac{q}{\cos \frac{1}{2} v^2 (1 + \theta)} = \frac{q (1 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2)}{1 + \theta}$$

welch' letztere Formel bei Anwendung von Additionslogarithmen bequemer und sicherer ist. Die Formeln zusammengestellt sind also:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Vorbereitende Rechnungen:} \\ \varepsilon = \frac{1-e}{1+e}, \quad \alpha = \frac{f}{q^{3/2}} \sqrt{\frac{1+e}{2}}, \quad \beta = \varepsilon E \\ \text{für jeden Ort:} \\ M = \alpha t, \quad x = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} v}{f}, \quad n = \beta x^2 \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} v = xGH \\ \theta = \varepsilon \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2 \\ r = \frac{q(1 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2)}{1 + \theta} \end{array} \right\} 18)$$

Ich werde nun noch die bei dieser Methode nöthigen Rechnungen durch drei Beispiele erläutern und wähle hierzu als die beiden ersten die von Gauss in der »Theoria motus« bei demselben Problem angeführten Zahlen.

Es sei (Theoria motus, Artikel 43):

$$e = 0.967\,64567, \quad \log q = 9.765\,6500, \quad t = 63.54400.$$

Vorbereitende Rechnung:

|                             |                       |                                       |                       |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| $\log(1 - e)$               | 8.509 9324            | $\log f$                              | 9.997 1225 (Taf. VIa) |
| $\log(1 + e)$               | 0.293 9469            | $-\frac{3}{2} \log q$                 | 0.351 5250            |
| $\log \varepsilon$          | 8.215 9855            | $\frac{1}{2} \log \frac{1}{2}(1 + e)$ | 9.996 4584            |
| $\varepsilon + 0.016\,4432$ |                       | $\log \alpha$                         | 0.345 1059            |
| $\log E$                    | 9.999 7940 (Taf. VIa) | $\log \beta$                          | 8.215 7795.           |

Die weitere Rechnung gestaltet sich für die Zeit  $t$  wie folgt:

|                                   |                         |                                   |              |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------|
| $\log t$                          | 1.803 0745              | $\log x^2$                        | 0.144 3508   |
| $\log M$                          | 2.148 1804              | $\log n$                          | 8.360 1303   |
| $w$                               | 99° 6' 13" 72 (Taf. IV) | $n$                               | 0.022 9156   |
| $\frac{1}{2} w$                   | 49 33 6.86              | $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v$ | 0.076 1865   |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} w$ | 0.069 2979              | $\frac{1}{2} v$                   | 50° 0' 0" 00 |
| $\log x$                          | 0.072 1754              | $v$                               | 100 0 0.00.  |
| $\log G$                          | 0.004 0111 (Taf. VIb)   |                                   |              |
| $\log H$                          | 0 (Taf. VIc)            |                                   |              |

Der Radius vector findet sich:

|                                     |            |                                                 |             |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------------------------|-------------|
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2$ | 0.152 3730 | $\log(1 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2)$   | 0.383 8651  |
| $\log \theta$                       | 8.368 3585 | $\log q(1 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2)$ | 0.149 5151  |
| $\log(1 + \theta)$                  | 0.010 0258 | $\log r$                                        | 0.139 4893. |

Man sieht aus diesem Beispiele, welches von Gauss dem Halley'schen Kometen entlehnt wurde, dass die Correction wegen  $\log H$  völlig verschwindet.

In Anwendung der obigen Formeln auf hyperbolische Bahnen sei (Theoria motus, Art. 46 II):

|                                   |                         |                         |                                        |                         |  |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------------|-------------------------|--|
| $e = 1.261\ 8820,$                |                         | $\log q = 0.020\ 1657,$ |                                        | $t = 65.41236.$         |  |
| $\log (1 - e)$                    | 9 <sub>n</sub> 418 1056 |                         | $\log f$                               | 0.019 1498              |  |
| $\log (1 + e)$                    | 0.354 4699              |                         | $-\frac{2}{3} \log q$                  | 9.969 7515              |  |
| $\log e$                          | 9 <sub>n</sub> 063 6357 |                         | $\frac{1}{3} \log \frac{1}{2} (1 + e)$ | 0.026 7200              |  |
| $\varepsilon$                     | — 0.115 7806            |                         | $\log \alpha$                          | 0.015 6213              |  |
| $\log E$                          | 0.001 3453              |                         | $\log \beta$                           | 9 <sub>n</sub> 064 9810 |  |
| $\log t$                          | 1.815 6598              |                         | $\log x^2$                             | 9.660 5392              |  |
| $\log M$                          | 1.831 2811              |                         | $\log n$                               | 8 <sub>n</sub> 725 5202 |  |
| $w$                               | 70° 31' 14" 25          |                         | $n$                                    | — 0.053 1521            |  |
| $\frac{1}{2} w$                   | 35 15 37.125            |                         | $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v$      | 9.821 1945              |  |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} w$ | 9.849 4194              |                         | $\frac{1}{2} v$                        | 33° 31' 29" 98          |  |
| $\log x$                          | 9.830 2696              |                         | $v$                                    | 67 2 59.96.             |  |
| $\log G$                          | 9.990 9244              |                         |                                        |                         |  |
| $\log H$                          | + 5                     |                         |                                        |                         |  |

Diese beiden der Theoria motus entlehnten Beispiele zeigen, dass in der überwiegenden Anzahl der Fälle ohne Bedenken  $t = xG$  gesetzt werden kann: es soll nun an einem extremen Beispiele die Leistungsfähigkeit dieser Methode dargethan und hierfür Bahnelemente gewählt werden, die dem Faye'schen Kometen entlehnt sind. Die Excentricität überschreitet in diesem Falle wenig den Werth 0.5 und die gewöhnlichen für die Ellipse geltenden Methoden sind hier ohne besondere Schwierigkeit anwendbar, doch glaube ich, dass der hier in Vorschlag gebrachte Rechnungsmechanismus für die kleinern Anomalien bequemer ist als jene. Es ist:

$$e = 0.554\ 9454, \quad \log q = 0.230\ 4435.$$

Damit ergeben sich die Constanten:

$$\begin{array}{ll} \varepsilon = + 0.286\ 2187 & \log \alpha\ 9.542\ 2560 \\ \log f\ 9.942\ 5786 & \log \beta\ 9.452\ 3956, \end{array}$$

für  $t = 260$  stellt sich die Rechnung wie folgt:

|                                   |               |                                   |                |
|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------|
| $\log t$                          | 2.414 9733    | $\log x^2$                        | 0.001 0926     |
| $\log M$                          | 1.957 2293    | $\log n$                          | 9.453 4882     |
| $w$                               | 82° 31' 4" 48 | $n$                               | + 0.284 1111   |
| $\frac{1}{2} w$                   | 41 15 32.24   | $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v$ | 0.055 0532     |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} w$ | 9.943 1249    | $\frac{1}{2} v$                   | 48° 37' 18" 68 |
| $\log x$                          | 0.000 5463    | $v$                               | 97 14 37.36.   |
| $\log G$                          | 0.054 5737    |                                   |                |
| $\log H$                          | — 668         |                                   |                |

Rechnet man dasselbe Beispiel mit den für die Ellipse entwickelten geschlossenen Formeln, so ergibt sich zunächst der Logarithmus der mittleren täglichen siderischen

Bewegung in Bogensekunden  $\log \mu = 2.676\ 9613$  und damit die mittlere Anomalie für die vorgelegte Zeit  $M = 34^\circ 19' 36'' 14$ . Die excentrische Anomalie findet sich durch Versuche ( $\log e'' = 5.058\ 6754$ )  $E = 62^\circ 32' 25'' 77$ , woraus in vollkommener Übereinstimmung mit dem obigen auf viel bequemere Weise erhaltenen Werthe resultirt:

$$\begin{aligned}\log \operatorname{tg} \frac{1}{2} E & 9.783\ 4022 \\ \log \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} & 0.271\ 6510 \\ \log \operatorname{tg} \frac{1}{2} v & 0.055\ 0532.\end{aligned}$$

Es erübrigen noch einige Bemerkungen betreffs des umgekehrten Problems, nämlich der Ermittlung der Zeit aus der wahren Anomalie. Man kann der Gleichung 1) (pag. 65) ohne Schwierigkeit die Form geben:

$$t = \frac{q^{3/2}}{\sqrt{1+e}} \{P_1 \operatorname{tg} \frac{1}{2} v + P_3 \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3\},$$

wobei die Werthe von  $P_1$  und  $P_3$  mit dem Argumente:

$$\theta = \frac{1-e}{1+e} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2,$$

in Tafeln gebracht werden können; solche finden sich als Tafel XVIII im zweiten Bande dieses Lehrbuches; die dazu nöthigen Erläuterungen sind auf pag. 479 desselben Werkes gegeben.

### 3. Relationen zwischen mehreren Orten in der Bahn.

#### a. Die Euler'sche Gleichung und deren Transformation.

Verbindet man die Endpunkte zweier zu derselben Bahn gehörenden Radien vectoren durch eine Gerade, welche die Sehne genannt werden soll, so lassen sich zwischen diesen Grössen und der Zwischenzeit einige sehr wichtige Relationen aufstellen. Die Lösung in ihrer Allgemeinheit führt auf die Lambert'sche Gleichung, welche jedoch erst im zweiten Bande abgeleitet wird; hier soll nur jene von Euler entwickelte Lösung vorgenommen werden, welche für die Parabel gilt. Seien  $t$ , und  $t_m$  die zu den Radien vectoren  $r$ , und  $r_m$  gehörenden, vom Perihel aus gezählten Zeiten, so kann man mit Benützung der Gleichung 2) (pag. 58) leicht die beiden Relationen ableiten:

$$\begin{aligned}k t \sqrt{2q} &= 2q^2 (\operatorname{tg} \frac{1}{2} v + \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3 \frac{1}{2} v) \\ k t_m \sqrt{2q} &= 2q^2 (\operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m + \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3 \frac{1}{2} v_m).\end{aligned}$$

Durch Subtraction dieser Gleichungen wird erhalten:

$$k (t_m - t) \sqrt{2q} = 2q^2 \left( \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m - \operatorname{tg} \frac{1}{2} v + \frac{1}{3} (\operatorname{tg}^3 \frac{1}{2} v_m - \operatorname{tg}^3 \frac{1}{2} v) \right).$$

In dieser Gleichung ist nun  $q$  zu eliminiren,  $v$ , und  $v_m$  sind als Functionen von  $r$ ,

$r_m$  und  $s$  der Sehne zwischen dem ersten und dritten Kometenorte auszudrücken. Vorerst kann man obige Gleichung folgendermassen transformiren:

$$\begin{aligned} k(t_m - t_i) \sqrt{2q} &= 2q^2 \{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m - \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_i \} \{ 1 + \frac{1}{2} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m^2 + \frac{1}{2} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_i \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m + \frac{1}{2} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_i^2 \} \\ &= 2q^2 \{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m - \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_i \} \{ 1 + \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m - \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_i)^2 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_i \}. \end{aligned}$$

Bedenkt man, dass:

$$r = q \sec \frac{1}{2} v^2,$$

ist, und setzt abkürzend ein:

$$\frac{1}{2} (v_m - v_i) = f,$$

so wird geschrieben werden können:

$$1 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_i = \frac{\cos \frac{1}{2} v_m \cos \frac{1}{2} v_i + \sin \frac{1}{2} v_i \sin \frac{1}{2} v_m}{\cos \frac{1}{2} v_i \cos \frac{1}{2} v_m} = \frac{\cos f \sqrt{r, r_m}}{q},$$

ferner:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m - \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_i = \frac{\sin \frac{1}{2} v_m \cos \frac{1}{2} v_i - \cos \frac{1}{2} v_m \sin \frac{1}{2} v_i}{\cos \frac{1}{2} v_i \cos \frac{1}{2} v_m} = \frac{\sin f \sqrt{r, r_m}}{q},$$

wodurch man erhält:

$$k(t_m - t_i) \sqrt{2q} = 2r, r_m \sin f \cos f + \frac{2}{3} \frac{(r, r_m)^{3/2} \sin f^3}{q},$$

oder auch:

$$k(t_m - t_i) = \frac{\sin f \cos f r, r_m \sqrt{2}}{\sqrt{q}} + \frac{\sin f^3 (r, r_m)^{3/2} \sqrt{2}}{3 q^{3/2}}. \quad 1)$$

Wie man sieht, sind die wahren Anomalien nun fortgeschafft und an ihrer Stelle findet sich die Differenz der Anomalien, eine Grösse, die leicht durch  $s$  ausgedrückt werden kann. Zuerst wird es aber nothwendig sein, zu zeigen, dass die Fortschaffung der Unbekannten  $q$  möglich ist. Es wird:

$$\begin{aligned} \sin f^2 &= \sin \frac{1}{2} v_m^2 \cos \frac{1}{2} v_i^2 - 2 \sin \frac{1}{2} v_i \cos \frac{1}{2} v_i \sin \frac{1}{2} v_m \cos \frac{1}{2} v_m + \sin \frac{1}{2} v_i^2 \cos \frac{1}{2} v_m^2 \\ &= \frac{q}{r_i} + \frac{q}{r_m} - 2 \cos \frac{1}{2} v_i \cos \frac{1}{2} v_m (\cos \frac{1}{2} v_i \cos \frac{1}{2} v_m + \sin \frac{1}{2} v_i \sin \frac{1}{2} v_m) \\ &= \frac{q}{r_i} + \frac{q}{r_m} - 2 \cos f \frac{q}{\sqrt{r, r_m}}; \end{aligned}$$

daraus leitet sich ab:

$$\sin f^2 = \frac{q}{r, r_m} (r_i + r_m - 2 \cos f \sqrt{r, r_m}). \quad 2)$$

Dieser Werth, in 1) für  $\sin f$  substituirt, macht sofort  $q$  verschwinden, doch wird es zweckmässiger sein, diese Substitution nicht sogleich auszuführen. Man kann  $f$  durch die Sehne  $s$  und die Radien vectoren  $r_i$  und  $r_m$  ersetzen. Man hat:

$$\begin{aligned} s^2 &= r_i^2 + r_m^2 - 2 r_i r_m \cos 2f \\ &= (r_i + r_m)^2 - 4 r_i r_m \cos f^2; \end{aligned}$$

demnach ist:

$$\cos f = \pm \sqrt{\frac{(r_i + r_m)^2 - s^2}{4 r_i r_m}} = \frac{\pm m n}{2 \sqrt{r, r_m}}, \quad 3)$$

wobei der Kürze halber gesetzt wurde:

$$\left. \begin{aligned} (r_i + r_m + s)^{1/2} &= m \\ (r_i + r_m - s)^{1/2} &= n. \end{aligned} \right\} \quad 4)$$

Die Bedeutung des Doppelzeichens in 3) wird durch die Erwägung klar, dass das positive Zeichen gilt, wenn die heliocentrische Bewegung des Kometen kleiner ist als  $180^\circ$ , ( $f < 90^\circ$ ), das negative hingegen, wenn  $f > 90^\circ$ .

Die Gleichung 2) ergibt:

$$\frac{\sin f \sqrt{r, r_m}}{\sqrt{q}} = \left\{ r, + r_m - 2 \cos f \sqrt{r, r_m} \right\}^{1/2},$$

wobei das Zeichen des Wurzelausdruckes stets positiv gewählt werden muss, da  $\sin f$  nur dieses Vorzeichen besitzen kann. Führt man nun den für  $\cos f$  in 3) gefundenen Werth ein und bedenkt, dass nach 4) gesetzt werden kann:

$$r, + r_m = \frac{1}{2} (m^2 + n^2),$$

so wird:

$$\frac{\sin f \sqrt{r, r_m}}{\sqrt{q}} = \left\{ \frac{1}{2} (m^2 + n^2) \mp mn \right\}^{1/2},$$

oder auch:

$$\frac{\sin f \sqrt{2 r, r_m}}{\sqrt{q}} = m \mp n.$$

Geht man wieder auf die Gleichung 1) zurück, so wird mit Rücksicht auf die bisherigen Entwicklungen:

$$k(t_m - t,) = \cos f (m \mp n) \sqrt{r, r_m} + \frac{1}{6} (m \mp n)^3 = \pm \frac{1}{6} mn(m \mp n) + \frac{1}{6} (m \mp n)^3,$$

woraus folgt:

$$6k(t_m - t,) = m^3 \mp n^3 = (r, + r_m + s)^{3/2} \mp (r, + r_m - s)^{3/2}. \quad 5)$$

Es gilt das obere Zeichen, wenn die heliocentrische Bewegung kleiner, das untere, wenn dieselbe grösser als  $180^\circ$  ist. Bei ersten Bahnbestimmungen hat demnach das obere Zeichen allein praktische Bedeutung.

Die Gleichung 5) ist unter dem Namen des Lambert'schen Theorems bekannt, ist aber zuerst von Euler aufgestellt worden; Lambert hat diese Form auf Ellipsen und Hyperbeln erweitert, indem er den eben aufgestellten Ausdrücken noch weitere Glieder hinzufügte, die mit den negativen Potenzen von  $a$  (der halben grossen Achse) multiplicirt erscheinen, also für die Parabel verschwinden; die Ableitung dieser allgemeinen Gleichung wird erst im zweiten Bande dieses Werkes vorgenommen.

Die Euler'sche Gleichung in der eben aufgestellten Form ist besonders in der Anwendung auf erste Bahnbestimmungen, in welchen  $s$  nothwendig klein ist, wenig bequem, da der rechte Theil der Gleichung 5) aus der Differenz zweier nahe gleich grosser Werthe bestimmt werden muss. Encke (Berl. astr. Jahrb. 1833) hat eine sehr zweckmässige Umstellung derselben vorgeschlagen. Setzt man nämlich:

$$\frac{s}{r, + r_m} = \sin \gamma, \quad 6)$$

so kann die Euler'sche Gleichung, wenn mit  $t$  die Zwischenzeit ( $t_m - t,$ ) bezeichnet wird, geschrieben werden:

$$\frac{6kt}{(r, + r_m)^{3/2}} = (1 + \sin \gamma)^{3/2} \mp (1 - \sin \gamma)^{3/2};$$

$\sin \gamma$  wird der Natur des Problems nach stets positiv sein und man wird daher  $\gamma < 90^\circ$  annehmen können. Es ist aber:

$$(\cos \tfrac{1}{2} \gamma \pm \sin \tfrac{1}{2} \gamma)^2 = 1 \pm \sin \gamma.$$

Da die Bedingung  $\gamma < 90^\circ$  besteht, so ist im Ausdrucke:

$$\cos \tfrac{1}{2} \gamma \pm \sin \tfrac{1}{2} \gamma = \pm \sqrt{1 \pm \sin \gamma},$$

nur das obere positive Zeichen der Wurzel zu berücksichtigen, und man hat:

$$\frac{6kt}{(r, + r_m)^{3/2}} = (\cos \tfrac{1}{2} \gamma + \sin \tfrac{1}{2} \gamma)^3 \mp (\cos \tfrac{1}{2} \gamma - \sin \tfrac{1}{2} \gamma)^3. \quad 7)$$

Aus dieser Gleichung kann, sobald  $r, + r_m$  gegeben ist,  $\gamma$  ermittelt werden, und man hat dann:

$$s = (r, + r_m) \sin \gamma, \quad 8)$$

so dass die Sehne für eine bestimmte Annahme über  $r, + r_m$  und die Zwischenzeit  $t$  nach der Euler'schen Gleichung bestimmt ist. Bei Aufsuchung des Winkels  $\gamma$  kann man noch die Rechnung wesentlich erleichternde Transformationen einführen. Nimmt man zuerst in dem Ausdrucke 7) das obere Zeichen vor, so erhält man:

$$\frac{6kt}{(r, + r_m)^{3/2}} = 6 \sin \tfrac{1}{2} \gamma - 4 \sin \tfrac{1}{2} \gamma^3,$$

oder:

$$\frac{6kt}{2^{3/2} (r, + r_m)^{3/2}} = 3 \frac{\sin \tfrac{1}{2} \gamma}{\sqrt{2}} - 4 \left( \frac{\sin \tfrac{1}{2} \gamma}{\sqrt{2}} \right)^3. \quad 9)$$

Es kann  $\sin \tfrac{1}{2} \gamma : \sqrt{2}$  und ebenso später  $\cos \tfrac{1}{2} \gamma : \sqrt{2}$  einem Sinus gleich gesetzt werden, weil nothwendig beide Grössen kleiner als die Einheit sein müssen. Setzt man also in dem vorliegenden Falle:

$$\frac{\sin \tfrac{1}{2} \gamma}{\sqrt{2}} = \sin \alpha,$$

und beachtet, dass die Relation:

$$\sin 3\alpha = 3 \sin \alpha - 4 \sin \alpha^3,$$

besteht, so wird man mit Rücksicht auf die Form der Gleichung 9) die Annahme machen dürfen, dass die Grösse:

$$\frac{6kt}{2^{3/2} (r, + r_m)^{3/2}},$$

stets kleiner als die Einheit sei, was:

$$\frac{6kt}{2^{3/2} (r, + r_m)^{3/2}} = \sin \theta \quad 10)$$

zu schreiben gestattet, und es folgt unmittelbar:

$$\sin \tfrac{1}{2} \gamma = \sin \tfrac{1}{2} \theta \sqrt{2}. \quad 11)$$

Diese Gleichungen lassen, da  $\theta$  kleiner als  $90^\circ$  angenommen werden muss, nur eine Auflösung zu, denn es ist:

$$\sin \tfrac{1}{2} \gamma \leq \sqrt{2}, \text{ also: } \sin \tfrac{1}{2} \theta \leq \tfrac{1}{2}.$$



Es soll nun in der Gleichung 7) der zweite Fall, in welchem das Zeichen des zweiten Theiles positiv ist, betrachtet werden. Man erhält:

$$\frac{6kt}{2^{3/2} (r, + r_m)^{3/2}} = 3 \frac{\cos \frac{1}{2} \gamma}{\sqrt{2}} - 4 \left( \frac{\cos \frac{1}{2} \gamma}{\sqrt{2}} \right)^3,$$

und wird setzen können:

$$\cos \frac{1}{2} \gamma = \sin \frac{1}{2} \theta \sqrt{2}.$$

Der Werth von  $\cos \frac{1}{2} \gamma$  ist innerhalb der Grenzen 1 und  $1 : \sqrt{2}$  eingeschlossen, also:

$$\cos \frac{1}{2} \gamma \geq \frac{\sqrt{2}}{2};$$

daraus folgt:

$$\sin \frac{1}{2} \theta \geq \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{2} \theta \geq 30^\circ.$$

Aus dem Grenzwerthe  $\cos \frac{1}{2} \gamma = 1$  ergibt sich aber:

$$\sin \frac{1}{2} \theta \leq \frac{\sqrt{2}}{2}, \quad \frac{1}{2} \theta \leq 45^\circ,$$

d. h.  $\theta$  ist innerhalb der Grenzen  $90^\circ$  und  $135^\circ$  eingeschlossen.

Vergleicht man die eben gewonnenen Resultate mit denjenigen, welche der erste Fall (negatives Zeichen) darbot, so sieht man auf den ersten Blick, dass, sobald:

$$\sin \theta < \frac{\sqrt{2}}{2},$$

wird, nur eine Lösung möglich ist, die dem ersten Falle entspricht; ist aber:

$$\sin \theta > \frac{\sqrt{2}}{2},$$

so geben beide Fälle eine entsprechende, doch verschiedene Lösung, je nachdem man für  $\theta$  den Werth im ersten oder zweiten Quadranten annimmt.

Ich nehme nun wieder den ersten für das vorliegende Problem wichtigeren Fall vor. Die Gleichung 8) lässt sich zunächst umsetzen in:

$$s = (r, + r_m) 2 \sin \frac{1}{2} \gamma \sqrt{1 - \sin^2 \frac{1}{2} \gamma^2},$$

oder auch nach 11):

$$s = (r, + r_m) 2^{3/2} \sin \frac{1}{2} \theta \sqrt{\cos^2 \frac{3}{2} \theta}.$$

Nimmt man nun für die Summe der Radien vectoren aus 10) den entsprechenden Werth, so findet sich zunächst:

$$(r, + r_m) = \frac{6kt}{2^{3/2} \sqrt{r, + r_m}} \operatorname{cosec} \theta$$

und man erhält schliesslich, wenn man den von  $\theta$  abhängigen Factor mit  $\mu$  bezeichnet:

$$s = \frac{2kt}{\sqrt{r, + r_m}} \cdot \frac{3 \sin \frac{1}{2} \theta}{\sin \theta} \sqrt{\cos^2 \frac{3}{2} \theta} = \frac{2kt}{\sqrt{r, + r_m}} \mu. \quad 12)$$

Bei ersten Bahnbestimmungen wird  $\theta$  eine kleine Grösse sein, also  $\mu$  nahezu der Einheit gleich werden und  $\log \mu$  sich bequem in eine Tafel bringen lassen; dieser Logarithmus ändert sich in dem vorliegenden Falle mit Rücksicht auf den Winkel  $\theta$  nur sehr langsam. Ginzel hat nun eine Tafel auf zehn Stellen berechnet, welche auf

sieben Decimalen abgekürzt, als Tafel VII im Anhange aufgenommen ist und mit dem Argumente :

$$\eta = \frac{2kt}{(r, + r_m)^{3/2}}, \quad \log 2k = 8.536\ 6114,$$

sofort den Werth von  $\log \mu$  angibt. Dieselbe erstreckt sich für das Argument  $\eta$  von 0 bis 0.8 und es wird bei ersten Bahnbestimmungen selten der Fall eintreten, dass die Grenzen derselben überschritten werden; geschieht dies, so wird man ohne Nachtheil die Euler'sche Gleichung in ihrer unveränderten Form anwenden können, oder für den gegebenen Fall  $\mu$  direkt berechnen, indem  $\sin \theta$  nach der Gleichung 10) ( $\log \frac{6k}{2^{3/2}} = 8.562\ 1877$ ) bestimmt wird. Mit dem Werthe von  $\theta$  findet sich dann  $\mu$  durch :

$$\mu = \frac{3 \sin \frac{1}{2} \theta}{\sin \theta} \sqrt{\cos \frac{2}{3} \theta}.$$

Die Berechnung der Sehne nach Encke's Umformung stellt sich also wie folgt: Ist ein Werth für  $(r, + r_m)$  angenommen, so berechnet man zunächst das Argument  $\eta$  nach :

$$\eta = \frac{2kt}{(r, + r_m)^{3/2}}, \quad \log 2k = 8.536\ 6114,$$

entlehnt mit diesem aus der Tafel VII den Werth von  $\log \mu$  und bestimmt dann die Sehne  $s$  nach :

$$s = \frac{2kt}{\sqrt{r, + r_m}} \mu.$$

Der Grenzwert von  $\eta$  ( $\sin \theta = 1$ ) ist offenbar  $\frac{2}{3} \sqrt{2}$ , jener von  $\mu$  dagegen  $\frac{3}{2\sqrt{2}}$ .

Es sollen nun die vorstehenden Formeln durch ein Beispiel erläutert werden. Es sei gegeben :

$$t = 25.81286, \quad \log r, = 9.994\ 0030, \quad \log r_m = 9.657\ 0750.$$

Die Rechnung stellt sich wie folgt :

|                                          |                                             |  |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|--|
| log $t$ 1.411 8361                       | $\frac{2}{3} \log (r, + r_m)$ 0.237 6828    |  |
| log $2kt$ 9.948 4475                     | $\eta$ 0.513 7652 (Arg. für $\mu$ Taf. VII) |  |
| Add. 0.164 4522                          | log $\mu$ 0.005 2003                        |  |
| log $(r, + r_m)$ 0.158 4552              | log $2kt : \sqrt{r, + r_m}$ 9.869 2199      |  |
| $\frac{1}{2} \log (r, + r_m)$ 0.079 2276 | log $s$ 9.874 4202.                         |  |

Nimmt man an, der Werth von  $\mu$  hätte in diesem Beispiele die Grenzen der vorgelegten Tafel überschritten, so berechnet sich derselbe wie folgt :

|                                      |                                                  |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------|
| log $\frac{6kt}{2^{3/2}}$ 9.974 0238 | log 3 0.477 1213                                 |
| sin $\theta$ 9.736 3410              | sin $\frac{1}{2} \theta$ 9.280 8575              |
| $\theta$ 33° 1' 11" 67               | cosec $\theta$ 0.263 6590                        |
| $\frac{1}{2} \theta$ 11 0 23.89      | $\frac{1}{2} \log \frac{2}{3} \theta$ 9.983 5626 |
| $\frac{2}{3} \theta$ 22 0 47.78      | log $\mu$ 0.005 2004.                            |

**b. Bestimmung des Verhältnisses zwischen dem Sector und dem Dreieck.**

Bezeichnet man in einer vorgelegten Bahn den Winkel, welchen die beiden Radien vectoren  $r$  und  $r'$  am Sonnencentrum einschliessen, mit  $2f$ , so wird:

$$2f = v' - v,$$

gleich dem Unterschiede der wahren Anomalien  $v'$  und  $v$  sein; führt man für die doppelte Dreiecksfläche, welche diese zwei Radien vectoren mit der Sehne  $s$  einschliessen, das Symbol:

$$[r r'],$$

ein, so ist offenbar:

$$[r r'] = rr' \sin 2f = 2rr' \sin f \cos f. \quad 1)$$

Nennt man ferner die doppelte Fläche, welche die Bahncurve mit den Radien vectoren einschliesst, also die doppelte Sectorfläche,  $2S$ , so ist, wenn die Zwischenzeit, multiplicirt in die für die Masse des betreffenden Himmelskörpers corrigirte Constante des Sonnensystems, durch  $\tau$  bezeichnet wird, mit Rücksicht auf die Gleichungen 8) (pag. 45) und 14) (pag. 46):

$$2S = \tau \sqrt{p}; \quad 2)$$

es ist also:

$$\tau = (t' - t) k \sqrt{1 + m}. \quad 3)$$

Bezeichnet man mit dem Buchstaben  $\eta$  das Verhältniss des Sectors zum Dreieck, so ist dasselbe offenbar dargestellt durch:

$$\eta = \frac{\text{Sector}}{\text{Dreieck}} = \frac{\tau \sqrt{p}}{2rr' \sin f \cos f}, \quad 4)$$

welcher Ausdruck mit Vorthail zur Berechnung dieses Verhältnisses benützt werden kann, falls  $\tau$  und  $f$  nicht gar zu kleine Grössen sind.

Es werden für diesen Ausdruck indessen auch andere Relationen, deren man bei der Bahnbestimmung bedarf, aufgestellt werden müssen. Es ist nämlich klar, dass man  $\eta$  nur berechnen kann, wenn das Element  $p$  gegeben ist; bei Bahnbestimmungen wird es aber nöthig werden, dieses letztere durch andere Grössen zu ersetzen, welche man sich ohne Kenntniss der Elemente mittels geeigneter Hilfsmittel verschaffen kann. Zu diesem Ende sollen die Gleichungen 25) und 26) (pag. 57) vorgenommen werden. Bezeichnet man ähnlich wie früher mit  $E$  die zum ersten Orte, mit  $E'$  die zum letzten gehörende excentrische Anomalie, so bestehen die Gleichungen:

$$\begin{aligned} \sqrt{r} \cos \frac{1}{2} v &= \sqrt{a(1-e)} \cos \frac{1}{2} E = A \\ \sqrt{r} \sin \frac{1}{2} v &= \sqrt{a(1+e)} \sin \frac{1}{2} E = B \\ \sqrt{r'} \cos \frac{1}{2} v' &= \sqrt{a(1-e)} \cos \frac{1}{2} E' = C \\ \sqrt{r'} \sin \frac{1}{2} v' &= \sqrt{a(1+e)} \sin \frac{1}{2} E' = D. \end{aligned}$$

Werden nun die Summen und Differenzen der halben Winkel eingeführt:

$$\begin{aligned} F &= \frac{1}{2} (v' + v) & G &= \frac{1}{2} (E' + E) \\ f &= \frac{1}{2} (v' - v) & g &= \frac{1}{2} (E' - E), \end{aligned}$$

so wird, wenn man die erste der obigen Gleichungen mit der dritten, die zweite mit der vierten multiplicirt und die Resultate addirt, erhalten :

$$AC + BD = \sqrt{rr'} \cos f = a \cos g - ae \cos G; \quad 5)$$

dagegen durch Subtraction :

$$AC - BD = \sqrt{rr'} \cos F = a \cos G - ae \cos g. \quad 6)$$

Diese Ausdrücke kann man etwas umgestalten, um später die Summen der Winkel bequemer eliminiren zu können. Es findet sich zunächst, indem man  $e \cos G$  und  $e \cos F$  nur durch die Differenzen der Winkel ausdrückt :

$$e \cos G = \cos g - \frac{\sqrt{rr'}}{a} \cos f, \quad 7)$$

und durch Substitution dieses Werthes in die zweite Gleichung 6) :

$$e \cos F = \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{rr'}} \cos g - \cos f;$$

da aber :

$$p = a(1 - e^2),$$

ist, so kann etwas kürzer geschrieben werden :

$$e \cos F = \frac{p}{\sqrt{rr'}} \cos g - \cos f. \quad 8)$$

Es lässt sich  $F$  durch  $p$  auch auf eine andere Weise darstellen, denn die Polargleichung für die Kegelschnitte gibt :

$$\frac{p}{r} = 1 + e \cos v$$

$$\frac{p}{r'} = 1 + e \cos v';$$

addirt man beide Gleichungen und führt statt der Summe der Cosinus die entsprechenden Werthe ein, so wird :

$$p \frac{r+r'}{rr'} = 2 + 2e \cos F \cos f,$$

oder :

$$e \cos F = \frac{p}{2} \cdot \frac{r+r'}{rr' \cos f} - \frac{1}{\cos f}.$$

Bestimmt man aus dieser Gleichung und aus der Gleichung 8) den Werth von  $p$ , nachdem  $e \cos F$  eliminirt worden ist, so findet sich :

$$p = \frac{2rr' \sin^2 f}{r + r' - 2 \cos g \cos f \sqrt{rr'}}. \quad 9)$$

Hier treten ausser den Radien vectoren nur die Differenzwerthe der wahren und der excentrischen Anomalien auf. Setzt man den Werth von  $p$  in die Gleichung 4) (pag. 81), nachdem dieselbe quadirt wurde, so findet sich :

$$\eta^2 = \frac{r^2}{2rr' \cos f^2 (r + r' - 2 \cos g \cos f \sqrt{rr'})}. \quad 10)$$

Die eben gefundene Relation, welche die beiden Unbekannten  $\eta$  und  $g$  enthält, ist für die Rechnung keineswegs bequem, und da unter Umständen eine Lösung durch Versuche nöthig wird, so wird es ganz zweckentsprechend sein, den obigen

Ausdruck in eine für die Anwendung geschmeidigere Form überzuführen. Setzt man zunächst:

$$m = \frac{r^2}{(2 \cos f \sqrt{rr'})^3},$$

so wird:

$$\eta^2 = \frac{4 m \cos f \sqrt{rr'}}{r + r' - 2 \cos g \cos f \sqrt{rr'}} = \frac{m}{\frac{r + r'}{4 \cos f \sqrt{rr'}} - \frac{1}{2} \cos g}.$$

Nimmt man nun mit Gauss:

$$l = \frac{r + r'}{4 \cos f \sqrt{rr'}} - \frac{1}{2},$$

an, so ist:

$$\eta^2 = \frac{m}{l + \sin \frac{1}{2} g^2}. \quad (11)$$

Die Berechnung von  $l$  lässt sich noch etwas vereinfachen; denn für:

$$\operatorname{tg} (45^\circ + \omega) = \sqrt{\frac{r'}{r}},$$

wird:

$$\begin{aligned} \frac{r + r'}{\sqrt{rr'}} &= \sqrt{\frac{r'}{r}} + \sqrt{\frac{r}{r'}} = \operatorname{tg} (45^\circ + \omega)^2 + \operatorname{cotg} (45^\circ + \omega)^2 \\ &= 2 + \{\operatorname{tg} (45^\circ + \omega) - \operatorname{cotg} (45^\circ + \omega)\}^2 = 2 + 4 \operatorname{tg}^2 \omega^2, \end{aligned}$$

und:

$$l = \frac{\sin \frac{1}{2} f^2 + \operatorname{tg}^2 \omega^2}{\cos f}. \quad (12)$$

Ich kehre nun wieder zu der Gleichung 11) mit der Bemerkung zurück, dass dieselbe zwei Unbekannte  $\eta$  und  $g$  enthält; um eine Bestimmung dieser beiden Grössen zu erhalten, wird die Aufstellung einer weiteren Gleichung nöthig, was auf die folgende Weise geschehen kann. Zählt man die Zeiten vom Perihel ab, so wird für die mittlere Anomalie sein:

$$\begin{aligned} M &= \frac{k}{a^{\frac{3}{2}}} t = E - e \sin E \\ M' &= \frac{k}{a'^{\frac{3}{2}}} t' = E' - e \sin E', \end{aligned}$$

oder durch Subtraction der ersten Gleichung von der zweiten und Einführung der Winkelgrössen  $g$  und  $G$  (vergl. pag. 81):

$$\frac{r}{a^{\frac{3}{2}}} = 2g - 2e \sin g \cos G. \quad (13)$$

Für  $e \cos G$  ist bereits in 7) ein Ausdruck gefunden worden, der aber noch die Grösse  $a$  enthält, welche auch in 14) erscheint; dieselbe muss jedoch, da sie unbekannt ist, eliminirt werden. Nach Gleichung 27) (pag. 57) ist:

$$\begin{aligned} \frac{r}{a} &= 1 - e \cos E \\ \frac{r'}{a} &= 1 - e \cos E', \end{aligned}$$

woraus durch Addition und Transformation gefunden wird:

$$\frac{r + r'}{a} = 2 - 2e \cos g \cos G, \quad (14)$$

welche Gleichung mit Rücksicht auf 7) geschrieben werden kann:

$$\frac{1}{a} = \frac{2 \sin g^2}{r + r' - 2 \cos g \cos f \sqrt{rr'}}. \quad (15)$$

Setzt man nun für den Nenner dieses Ausdruckes den Werth nach 10) ein, so findet sich:

$$\frac{1}{a} = \left( \frac{2\eta \sin g \cos f}{\tau} \right)^2 rr'. \quad 17)$$

Die Gleichung 14) ergibt, wenn man in dieselbe  $e \cos G$  nach 7) substituirt:

$$\frac{\tau}{a} = 2g - \sin 2g + 2 \frac{\sqrt{rr'}}{a} \sin g \cos f.$$

Ersetzt man  $a$  in dieser Gleichung durch die Werthe aus 17), so wird, wenn man wie oben:

$$m = \frac{\tau^2}{(2 \cos f \sqrt{rr'})^3},$$

annimmt, erhalten:

$$\frac{\eta^3}{m} - \frac{\eta^2}{m} = \frac{2g - \sin 2g}{\sin g^3}.$$

Hiermit erscheint die zweite Gleichung zwischen  $\eta$  und  $g$  in transcender Form. Die Auflösung der vorgelegten Aufgabe ist demnach auf die beiden Grundgleichungen zurückgeführt:

$$\left. \begin{aligned} \eta^2 &= \frac{m}{l + \sin \frac{1}{2} g^2} \\ \frac{\eta^3}{m} - \frac{\eta^2}{m} &= \frac{2g - \sin 2g}{\sin g^3} \end{aligned} \right\} \quad 18)$$

Die Gleichung:

$$\eta = \frac{\tau \sqrt{p}}{rr' \sin 2f},$$

zeigt, dass, sobald  $2f$  grösser wird als  $180^\circ$ ,  $\eta$  einen negativen Werth erhält; dieser Fall wird jedoch bei ersten Bahnbestimmungen, bei welchen der heliocentrische Bogen stets innerhalb mässiger Grenzen liegen muss, ausgeschlossen bleiben, und die später folgenden Betrachtungen werden nur unter der Annahme, dass die heliocentrische Bewegung mässig (etwa  $< 60^\circ$ ) ist, ihre Anwendung finden. Ist aber die heliocentrische Bewegung klein, so wird die hinreichend genaue Berechnung des Ausdruckes  $\frac{2g - \sin 2g}{\sin g^3}$  mit Hilfe der gewöhnlichen logarithmischen Tafeln nicht möglich, es müssen demnach für eine versuchsweise Auflösung der obigen Gleichungen 18) besondere Hilfsmittel geschaffen werden, auf welche in den folgenden Seiten eingegangen wird.

Rechnet man aus zwei in Bezug auf die excentrische Anomalie sehr entfernten heliocentrischen Orten die Bahn, so wird man stets schon Näherungswerthe kennen und die versuchsweise Auflösung der Gleichung 18) niemals auf Schwierigkeiten stossen, wenn man sich vergegenwärtigt, dass, sobald  $\sin 2f$  negativ wird,  $\eta^3$  negativ anzunehmen ist. Die Kenntnis von  $\eta$  wird aber in diesem Falle nicht von Belang sein und nur der Werth  $g$  für die weitere Rechnung nöthig; man wird deshalb  $\eta$  zweckmässig eliminiren. Dividirt man die erste Gleichung in 18) in die zweite, so wird, wenn man zur Abkürzung setzt:

$$\frac{2g - \sin 2g}{\sin g^3} = \alpha$$

$$l + \sin \frac{1}{2} g^2 = \beta,$$

erhalten:

$$\eta = \alpha \beta + 1.$$

Quadrirt man diesen Ausdruck und eliminirt mit Hilfe der ersten Gleichung in 18)  $\eta^2$ , so wird gefunden:

$$m = (\alpha\beta + 1)^2 \beta. \quad 19)$$

Diese Gleichung enthält nur mehr die Unbekannte  $g$ , doch würde die Bestimmung der letzteren aus dieser Gleichung im allgemeinen sehr schwierig werden. Bei dem hier vorausgesetzten Falle werden in der Regel genährte Werthe von  $g$  bekannt sein; man wird demnach mit dem wahrscheinlichsten Werthe von  $g$  und zwei beliebig abgeänderten  $(g - y)$  und  $(g + y)$  die Rechnung für  $\alpha$  und  $\beta$  durchführen. Wenn man den Werth von  $g$  nur ziemlich nahe kennt, so ist es, um sicher den wahren Werth innerhalb der Grenzen  $(g - y)$  und  $(g + y)$  einzuschliessen, besser,  $y$  zu gross als zu klein anzunehmen. Die angenommenen Werthe von  $g$  werden drei verschiedene Resultate für  $m$  geben, deren Vergleichung mit dem wahren Werthe von  $m$  den genauen Werth von  $g$  und zwar mit um so grösserer Schärfe finden lassen wird, wenn man, da drei Werthe bekannt sind, die Interpolation mit Rücksicht auf die zweiten Differenzen durchführt; ist auch die Berücksichtigung dieser nicht mehr ausreichend, so wird mit dem verbesserten Werthe die Rechnung zu wiederholen und neuerdings durch Interpolation der wahre Werth zu suchen sein; ist aber  $g$  sehr nahe richtig bekannt, so wird man  $y$  nicht so gross zu nehmen brauchen, dass die Berücksichtigung der zweiten Differenzen nothwendig wird.

Viel wichtiger und schwieriger wird die Behandlung des Problems, wenn  $g$  klein ist. Vor allem wird es nöthig, den Ausdruck:

$$\frac{2g - \sin 2g}{\sin g^3} = \alpha,$$

so zu transformiren, dass die Berechnung desselben leicht durchgeführt werden kann, und man wird sich deshalb die Aufgabe stellen müssen,  $\alpha$  in eine Reihe nach steigenden Potenzen einer kleinen Grösse aufzulösen. Gauss wählt hierfür:

$$\sin \frac{1}{2} g^2 = w.$$

Der Grenzwert von  $\alpha$  wird für ein unendlich kleines  $g$  gleich  $\frac{2}{3}$ ; denn löst man im Zähler  $\sin 2g$  in eine Reihe nach steigenden Potenzen des Bogens  $2g$  auf, so wird:

$$\alpha = \frac{\frac{(2g)^3}{2 \cdot 3} - \frac{(2g)^5}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} \dots}{\sin g^3},$$

woraus unmittelbar der oben angegebene Grenzwert gefunden wird. Man wird daher der Reihe, welche für  $\alpha$  entwickelt werden soll, zweckmässig die Form geben:

$$\alpha = \frac{2}{3} \{1 + \alpha' w + \beta' w^2 + \gamma' w^3 + \delta' w^4 + \dots\},$$

deren Coefficienten dadurch bestimmt werden können, dass man die Reihe für  $2g - \sin 2g$  durch die Reihe für  $\sin g^3$  dividirt und nach steigenden Potenzen von  $w$  entwickelt; jedoch tritt dann das Gesetz der Fortschreitung der Coefficienten nicht klar zu Tage. Um dasselbe zu erhalten, kann man sich des folgenden Verfahrens bedienen. Differentiirt man die gegebene Gleichung:

$$\alpha \sin g^3 = 2g - \sin 2g,$$

so findet sich :

$$3\alpha \cos g \sin g^2 + \sin g^3 \frac{d\alpha}{dg} = 4 \sin g^2,$$

woraus abgeleitet wird :

$$\frac{d\alpha}{dg} = \frac{4 - 3\alpha \cos g}{\sin g}.$$

Anderseits erhält man aus der Gleichung :

$$w = \sin \frac{1}{2} g^2,$$

durch Differentiation :

$$\frac{dw}{dg} = \frac{1}{2} \sin g.$$

Es ist aber :

$$\frac{d\alpha}{dw} = \left( \frac{d\alpha}{dg} \right) \left( \frac{dg}{dw} \right) = \frac{8 - 6\alpha \cos g}{\sin g^2} = \frac{4 - 3\alpha(1 - 2w)}{2w(1 - w)},$$

demnach auch :

$$2(w - w^2) \frac{d\alpha}{dw} = 4 - (3 - 6w)\alpha.$$

Substituirt man nun für  $\alpha$  in diesem Ausdrucke die obige Reihe und ebenso für  $\frac{d\alpha}{dw}$  das Differential derselben nach  $w$ , so wird gefunden :

$$\begin{aligned} \frac{2}{3} \{ \alpha' w + (2\beta' - \alpha') w^2 + (3\gamma' - 2\beta') w^3 + (4\delta' - 3\gamma') w^4 + \dots \} = \\ = (8 - 4\alpha') w + (8\alpha' - 4\beta') w^2 + (8\beta' - 4\gamma') w^3 + (8\gamma' - 4\delta') w^4 + \dots \end{aligned}$$

woraus man schliesst :

$$\begin{aligned} \frac{2}{3} \alpha' &= 8 - 4\alpha' \\ \frac{2}{3} (2\beta' - \alpha') &= 8\alpha' - 4\beta' \\ \frac{2}{3} (3\gamma' - 2\beta') &= 8\beta' - 4\gamma' \\ \frac{2}{3} (4\delta' - 3\gamma') &= 8\gamma' - 4\delta' \\ &\dots \dots \end{aligned}$$

oder ausgeführt :

$$\alpha' = \frac{2}{3}, \quad \beta' = \frac{2}{3}\alpha', \quad \gamma' = \frac{1}{3}\beta', \quad \delta' = \frac{1}{11}\gamma' \dots \dots,$$

so dass das Gesetz des Vorschreitens klar ist; es wird nämlich :

$$\alpha = \frac{4}{3} + \frac{4 \cdot 6}{3 \cdot 5} w + \frac{4 \cdot 6 \cdot 8}{3 \cdot 5 \cdot 7} w^2 + \frac{4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9} w^3 + \frac{4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 12}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} w^4 + \dots \quad 20)$$

Diese Reihe wird für kleine Werthe von  $g$  rasch convergiren, da, wenn man  $g$  als kleine Grösse erster Ordnung annimmt,  $w$  zweiter Ordnung wird. Setzt man nun :

$$\alpha = \frac{1}{\frac{2}{3} - \frac{2}{15}(w - \xi)}, \quad 21)$$

so ist  $\xi$  eine Grösse vierter Ordnung, die überdies mit einem kleinen numerischen Factor multiplicirt erscheint, denn es ist :

$$\alpha = \left[ \frac{2}{3} - \frac{2}{15}(w - \xi) \right]^{-1} = \frac{3}{2} + \frac{2}{5}(w - \xi) + \frac{4}{5}(w - \xi)^2 + \dots$$

Subtrahirt man diesen Ausdruck von 20), so erhält man für das Anfangsglied der Entwicklung von  $\xi$  den Werth :

$$\frac{2}{35} w^2.$$

Führt man in die Gleichung 21) für  $w$  den Werth ein, welcher aus der ersten Gleichung in 18) folgt, nämlich :

$$\sin \frac{1}{2} g^2 = w = \frac{m}{n^2} - l, \quad 22)$$



und multiplicirt in 21) Zähler und Nenner mit  $\frac{1}{\eta^2}$ , so wird:

$$\alpha = \frac{\frac{1}{\eta^2}}{\frac{1}{\eta^2} + l + \xi - \frac{m}{\eta^2}}.$$

Multiplicirt man beiderseits mit  $m$ , dividirt rechter Hand vom Gleichheitszeichen Zähler und Nenner durch  $\frac{1}{\eta^2} + l + \xi$  und setzt abkürzend:

$$h = \frac{m}{\frac{1}{\eta^2} + l + \xi}, \quad 23)$$

so wird:

$$\alpha m = \frac{\frac{1}{\eta^2} h}{1 - \frac{h}{\eta^2}}, \text{ oder: } \frac{\alpha m}{\eta^2} = \frac{\frac{1}{\eta^2} h}{\eta^2 - h},$$

Nun ist aber nach der zweiten Gleichung in 18) (pag. 84):

$$\eta - 1 = \alpha \frac{m}{\eta^2},$$

somit wird:

$$\eta - 1 = \frac{\frac{1}{\eta^2} h}{\eta^2 - h}. \quad 24)$$

Bestimmt man hieraus  $h$ , so findet sich sofort:

$$h = \frac{(\eta - 1) \eta^2}{\eta + \frac{1}{\eta}} = \frac{m}{\frac{1}{\eta^2} + l + \xi}. \quad 25)$$

Wäre  $\xi$  bekannt, so würde der Werth von  $h$  völlig bestimmt und  $\eta$  durch die kubische Gleichung:

$$\eta^3 - \eta^2 - h\eta - \frac{1}{\eta} h = 0,$$

zu erhalten sein. Diese hat nothwendig nur eine positive Wurzel, weil,  $h$  als positiv vorausgesetzt, in der Gleichung nur ein Zeichenwechsel und zwei Zeichenfolgen erhalten sind. Gauss hat nun eine Tafel berechnet, die mit dem Argumente  $h$  sofort den Werth  $\log \eta^2$  gibt. Ich habe dieselbe im Anhang als Tafel VIII aufgenommen; deren Anwendung bedarf keiner besonderen Erklärung, nur soll die Bemerkung eingeschaltet werden, dass, falls  $h > 0.036$  wird, von welchem Werthe an die Tafel in grösseren Intervallen fortschreitet, um der siebenten Decimale sicher zu sein, eine Interpolation mit Rücksicht auf zweite Differenzen nothwendig ist. Um einen Näherungswerth von  $h$  zu bekommen, wird es genügen:

$$h = \frac{m}{\frac{1}{\eta^2} + l},$$

zu setzen und demnach  $\eta^2$  zu berechnen. Es ist dann:

$$w = \frac{m}{\eta^2} - l,$$

wodurch ein genäherter Werth für  $w$  ermittelt ist. Gelingt es nun,  $\xi$  als Function von  $w$  darzustellen, so wird dieser Näherungswerth von  $w$  einen nahe richtigen Werth von  $\xi$  ergeben, mit welchem man jetzt die Rechnung wiederholt und:

$$h = \frac{m}{\frac{1}{\eta^2} + l + \xi},$$

findet. Man wird dieses Verfahren so lange fortsetzen, bis keine weitere Abänderung der Zahlen eintritt; doch wird eine mehrfache Wiederholung dieser Operation selten

nöthig werden, da mindestens für Planetenbahnen, in welchen  $\xi$  bei mässiger helio-centrischer Bewegung merkbar ist, sich ein Hilfsmittel angeben lässt, wodurch selbst bei grösseren Bogen auch die einmalige Wiederholung der Rechnung gespart werden kann. Ich werde aber vorerst die Bestimmung von  $\xi$  vornehmen. Es ist:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{3}{4} - \frac{9}{16} (w - \xi),$$

also:

$$\xi = \frac{10}{9\alpha} - \frac{3}{4} + w = \frac{\alpha w - \frac{3}{4}\alpha + \frac{10}{9}}{\alpha} = \frac{Z}{\alpha}.$$

Setzt man in  $Z$  für  $\alpha$  die Reihe ein, die oben gefunden wurde, so wird sich ergeben:

$$Z = w^2 \left\{ \frac{4 \cdot 6}{3 \cdot 5} - \frac{4 \cdot 8}{3 \cdot 7} \right\} + w^3 \left\{ \frac{4 \cdot 6 \cdot 8}{3 \cdot 5 \cdot 7} - \frac{4 \cdot 8 \cdot 10}{3 \cdot 7 \cdot 9} \right\} + w^4 \left\{ \frac{4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9} - \frac{4 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 12}{3 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11} \right\} + \dots,$$

oder auch:

$$Z = \frac{1}{3 \cdot 5 \cdot 7} \left\{ 4 w^2 (6 \cdot 7 - 5 \cdot 8) + \frac{4 \cdot 8}{9} w^3 (6 \cdot 9 - 5 \cdot 10) + \frac{4 \cdot 8 \cdot 10}{9 \cdot 11} w^4 (6 \cdot 11 - 5 \cdot 12) + \dots \right\}.$$

Bezeichnet man mit  $i$  die Potenz von  $w$ , so ist der zugehörige Factor innerhalb der runden Klammern:

$$6 (2 i + 3) - 5 (2 i + 4) = 2 (i - 1),$$

demnach hat man auch:

$$Z = \frac{8}{105} w^2 \left\{ 1 + \frac{2 \cdot 8}{9} w + \frac{3 \cdot 8 \cdot 10}{9 \cdot 11} w^2 + \frac{4 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 12}{9 \cdot 11 \cdot 13} w^3 + \dots \right\} = \frac{8}{105} w^2 A.$$

$A$  kann für ein gegebenes  $w$  nach dieser Reihe ohne Schwierigkeit berechnet werden.

Es ist dann:

$$\xi = \frac{8}{105} w^2 \frac{A}{\alpha},$$

in welchem Ausdrücke nur noch  $\alpha$  zu bestimmen ist. Es ist aber:

$$\alpha w - \frac{3}{4} \alpha + \frac{10}{9} = \frac{8}{105} A w^2,$$

also:

$$\alpha = \frac{\frac{4}{3} (1 - \frac{1}{105} A w^2)}{1 - \frac{3}{4} w},$$

demnach schliesslich:

$$\xi = \frac{\frac{8}{105} A w^2 (1 - \frac{3}{4} w)}{1 - \frac{1}{105} A w^2}.$$

Die Berechnung dieses Ausdrucks von Fall zu Fall würde recht unbequem sein, deshalb hat Gauss eine Tafel construiert, die mit dem Argumente  $w$  den Werth  $\xi$  angibt. Ich habe dieselbe als Tafel IX im Anhange aufgenommen; sie gibt den Werth von  $\xi$  in Einheiten der siebenten Decimale und dehnt sich auch auf negative Werthe von  $w$  aus, während nach dem bisherigen:

$$w = \sin \frac{1}{3} g^2,$$

$w$  stets nur eine positive Grösse sein kann. Es wird nämlich für die Hyperbel, weil  $\sin \frac{1}{3} g$  imaginär wird,  $w$  negativ; für die Parabel ist  $w$  nothwendig der Null gleich. Dieser Umstand kann die allgemeine Gültigkeit der vorangehenden Entwicklungen nicht in Frage stellen, da das Imaginäre im Endresultate verschwunden ist und man bekanntlich mit den imaginären Grössen alle Operationen mit derselben Berechtigung durchführen kann, wie mit den reellen. Die bisher bekannten hyperbolischen

Bahnen unterscheiden sich wenig von der Parabel,  $\xi$  wird daher stets eine sehr kleine Grösse werden. Wie man sieht, gestaltet sich die Rechnung für  $\eta$  ganz gleichmässig, wie immer geartet der Kegelschnitt ist. Die Bahn wird

$$\begin{aligned} \text{eine Ellipse} & \text{ sein, wenn } w = \frac{m}{\eta^2} - l \text{ positiv,} \\ \text{,, Parabel} & \text{ ,, ,, } w = \frac{m}{\eta^2} - l = 0, \\ \text{,, Hyperbel} & \text{ ,, ,, } w = \frac{m}{\eta^2} - l \text{ negativ wird.} \end{aligned}$$

Ist die Bahn nicht sehr excentrisch (Planetenbahn), so wird vor Beginn der ersten Lösung mit grosser Annäherung gesetzt werden können:

$$w \div \sin \frac{1}{2} f^2,$$

mit welchem Werthe von  $w$  aus Tafel IX ein Näherungswerth von  $\xi$  genommen wird. Die Durchführung der Rechnung wird einen neuen genaueren Werth finden lassen, der aber meist so wenig von dem Eingangs angenommenen verschieden sein wird, dass eine Wiederholung der Rechnung unterbleiben kann. Man wird bemerken, dass auch die Voraussetzung  $\xi = 0$  die Convergenz der Versuche nicht sehr wesentlich beeinträchtigt. Die Berechnung von  $w$  und  $\eta$  ist demnach in den folgenden Formeln enthalten:

$$\left. \begin{aligned} \eta &= \frac{\{k(t' - t)\}^2}{\{2 \cos f \sqrt{rr'}\}^3} \\ \sqrt{\frac{r'}{r}} &= \operatorname{tg} (45^\circ + \omega) \\ l &= \frac{\sin \frac{1}{2} f^2 + \operatorname{tg} 2 \omega^2}{\cos f} \\ h &= \frac{m}{\frac{2}{3} + l + \xi}, \quad (\xi \text{ mit dem Argum. } w \text{ aus Tafel IX}) \\ \eta^2, & \quad (\text{mit dem Argum. } h \text{ aus Tafel VIII}) \\ w &= \frac{m}{\eta^2} - l, \end{aligned} \right\} 26)$$

wobei das Zeichen von  $w$  den Aufschluss über die Gattung des Kegelschnittes gibt.

Die vorstehenden Formeln sollen durch ein Beispiel erläutert werden. Ich wähle hierzu ein solches, welches die in der Anwendung vorkommenden Grenzen weit überschreitet, und benütze, da die Bahn einem Planeten angehört, für den ersten Versuch die Näherung  $w = \sin \frac{1}{2} f^2$ .

$$t' - t = 259.88477, \quad \log r = 0.428 \, 2788, \quad \log r' = 0.406 \, 2006, \quad \vartheta' - \vartheta = 62^\circ 55' 17'' 21$$

|                        |                         |                                     |                         |
|------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| $f$                    | $31^\circ 27' 38'' 605$ | $\frac{1}{2} f$                     | $15^\circ 43' 49'' 302$ |
| $\log (t' - t)$        | $2.414 \, 7809$         | $\log (r' : r)$                     | $9.977 \, 9218$         |
| $\log \tau$            | $0.650 \, 3623$         | $\frac{1}{2} \log (r' : r)$         | $9.994 \, 4804$         |
| $\log 2$               | $0.301 \, 0300$         | $\omega$                            | $0^\circ 21' 50'' 71$   |
| $\log \cos f$          | $9.930 \, 9481$         | $2 \omega$                          | $0 \, 43 \, 41.42$      |
| $\sqrt{rr'}$           | $0.417 \, 2397$         | $\log \operatorname{tg} 2 \omega^2$ | $6.208 \, 270$          |
| $\log \text{ Nenn.}$   | $0.649 \, 2178$         | $\log \sin \frac{1}{2} f^2$         | $8.866 \, 2928$         |
| $3 \log \text{ Nenn.}$ | $1.947 \, 6534$         | $\text{Add.}$                       | $0.000 \, 9534$         |
| $2 \log \tau$          | $1.300 \, 7246$         | $\log \text{ Zähl.}$                | $8.867 \, 2462$         |
| $\log m$               | $9.353 \, 0712$         | $\log l$                            | $8.936 \, 2981$         |



welcher Ausdruck sehr leicht mit Hilfe der Additionslogarithmen berechnet werden kann. Die Bestimmung von  $\eta - 1$  durch das Hansen'sche Verfahren geschieht also nach folgenden Formeln:

$$\left. \begin{aligned} m &= \frac{\{k(t' - t)\}^2}{\{2 \cos f \sqrt{rr'}\}^3} & \sqrt[4]{\frac{r'}{r}} &= \operatorname{tg}(45^\circ + \omega) \\ l &= \frac{\sin \frac{1}{2} f^2 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} \omega^2}{\cos f} & h &= \frac{m}{\frac{8}{3} + l} \\ \eta - 1 &= \frac{1}{11} \cdot \frac{\frac{1}{9} h}{1 + \frac{1}{9} h} & \log \frac{1}{11} &= 9.958 \ 6073 \\ & & \log \frac{1}{9} &= 0.087 \ 1502. \end{aligned} \right\} 29)$$

Man wird leicht beurtheilen können, bis zu welchen Grenzen dieses Näherungsverfahrens ausreichend genaue Resultate liefern wird. Hierbei genügt es, ganz rohe Annahmen zu machen und die Bahn kreisförmig vorauszusetzen, da das Hansen'sche Verfahren auf Planetenbahnen angewendet gedacht wird. Für  $\xi$  findet sich oben, wenn man beim ersten Gliede der Entwicklung stehen bleibt:

$$\xi = \frac{2}{35} \sin \frac{1}{2} g^4 = \frac{1}{4480} (v' - v)^4.$$

Die Änderung von  $h$  durch  $\xi$  wird, da  $l$  zweiter Ordnung ist, ausgedrückt werden können durch:

$$-dh = \frac{3}{35} m \xi = \frac{1}{28000} m (v' - v)^4 = -d\lambda; \quad 30)$$

ferner wäre in der Relation 28), wenn man die Glieder sechster Ordnung mitnimmt, zu setzen gewesen:

$$h - \frac{1}{81} \lambda^3 + \frac{1}{9} \lambda^3 = \lambda (1 + \frac{1}{9} \lambda),$$

demnach die hieraus resultirende Correction von  $\lambda$ :

$$d\lambda = -\frac{1}{81} \lambda^3 = -\frac{2}{375} m^3.$$

Vereinigt man nun hiermit die in 30) angesetzte Correction, so findet sich:

$$d\lambda = -\frac{1}{28000} m (v' - v)^4 - \frac{2}{375} m^3.$$

Nun ist aber, wenn man in dem Ausdrücke für  $m$  eine Kreisbahn und  $\cos f$  der Einheit gleich annimmt:

$$m = \frac{1}{8} \left( \frac{k(t' - t)}{a^{3/2}} \right)^2 = \frac{(v' - v)^2}{8};$$

daher wird, da nach 27):

$$d\eta = \frac{1}{9} d\lambda,$$

ist, der Fehler der Hansen'schen Näherung:

$$d\eta = -\frac{1}{120000} (v' - v)^6. \quad 31)$$

Es beträgt demnach der Fehler dieser Methode weniger als

$$\begin{array}{llll} \text{eine Einheit der 7ten Decimale, wenn } v' - v < 18.4 \\ \text{,, ,, ,, 6ten ,, ,, } v' - v < 27.0 \\ \text{,, ,, ,, 5ten ,, ,, } v' - v < 39.7. \end{array}$$

Diese Näherungsmethode wird für die überwiegende Anzahl der Fälle ausreichen, sich aber für das obige Beispiel, in welchem  $v' - v$  nahezu  $63^\circ$  ist, nicht mehr eignen;

man kann indessen die Zahlen dieses Beispiels immerhin vornehmen, um die Anwendung der Zech'schen Tafel in diesem Falle zu zeigen und den Fehler nach der obigen Näherungsformel 31) zu berechnen; es ist klar, dass eine nur ganz beiläufige Übereinstimmung erwartet werden darf, da die Formel selbst für Kreisbahnen die hier wirkenden Coëfficienten achter und höherer Ordnung nicht enthält:

|                               |            |      |                   |
|-------------------------------|------------|------|-------------------|
| $\log m$                      | 9.353 0712 |      | 9.382 81          |
| $\log (\frac{1}{2} + l)$      | 9.963 6417 | Add. | 0.093 93          |
| $\log h$                      | 9.389 4295 |      | 9.382 65          |
| $\log \frac{1}{2} h$          | 9.476 5797 | Add. | 0.093 895         |
| Add.                          | 0.1138     |      | 9.382 685         |
|                               | 9.3628     | Add. | 0.093 9016        |
| Add.                          | 0.0901     |      | 9.382 6781        |
|                               | 9.3865     | Add. | 0.093 9003        |
| Add.                          | 0.0946     |      | 9.382 6794        |
|                               | 9.3820     | Add. | 0.093 9005        |
| Add.                          | 0.09377    |      | 9.382 6792 Grenze |
| $\log \eta - 1 = 9.341 2865.$ |            |      |                   |

Hieraus findet sich  $\eta = 1.2194252$ , während das obige strenge Verfahren  $\eta = 1.2193152$  ergab: der Fehler beträgt also — 1100 Einheiten der 7ten Decimale, die Formel 31) gibt dafür — 1595.

Wollte man den Ausdruck 19) (pag. 85) unter der Annahme, dass  $\xi$  klein sei, dazu verwenden, um für  $w = \sin \frac{1}{2} g^2$  einen Werth zu finden, der bis auf Grössen vierter Ordnung exclusive richtig ist, so wird man denselben in folgender Weise erhalten können. Der Ausdruck 19) gibt durch eine einfache Umstellung:

$$\frac{m}{\alpha^2} = \beta^3 + \frac{2\beta^2}{\alpha} + \frac{\beta}{\alpha^2}.$$

Setzt man (vgl. 21) pag. 86) genähert:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\alpha} &= \frac{2}{3} - \frac{9}{16} w \\ \frac{1}{\alpha^2} &= \frac{9}{16} - \frac{27}{16} w + \frac{81}{160} w^2 \\ \beta &= l + w, \end{aligned}$$

entwickelt nach Potenzen von  $w$  und lässt überall die Glieder mit  $w^2$  fort, so findet sich:

$$w = \frac{(m-l) - \frac{3}{2} l^2 - \frac{1}{6} l^3}{1 + \frac{11}{12} l + \frac{1}{2} m + \frac{1}{12} l^2},$$

welcher Ausdruck bei sehr excentrischen Bahnen und grosser heliocentrischer Bewegung mit Vortheil zur Bestimmung von  $w$  verwendet werden kann.

Im Specialfall der Parabel lassen sich sehr elegante geschlossene Formeln für das Verhältniss des Sectors zum Dreieck aufstellen. Es wird für die Parabel  $g = 0$ , somit  $\xi = 0$  und man hat für  $\eta$  (vgl. 10) pag. 82):

$$\eta = \frac{\tau}{\cos f \sqrt{2rr'} \sqrt{r + r' - 2 \cos f \sqrt{rr'}}}. \quad 32)$$

Nach 3) (pag. 76) ist:

$$\cos f = \pm \frac{(r + r') \sqrt{1 - \frac{s^2}{(r + r')^2}}}{2 \sqrt{rr'}}$$

wobei das obere Zeichen gilt, wenn die heliocentrische Bewegung kleiner, das untere, wenn dieselbe grösser als  $180^\circ$  ist.

Setzt man:

$$\sin \gamma = \frac{s}{r + r'}, \quad (33)$$

wobei an den Hilfswinkel  $\gamma$  die Bedingung geknüpft werden soll, dass er im ersten Quadranten genommen werde, wenn für  $\cos f$  das positive Zeichen zu nehmen ist, dagegen im zweiten, wenn das negative gilt, so wird sich die obige Gleichung für  $\cos f$  schreiben lassen:

$$\cos f = \frac{r + r'}{2 \sqrt{rr'}} \cos \gamma. \quad (34)$$

Das Doppelzeichen ist nunmehr durch die eben getroffene Bestimmung verschwunden. Für  $\tau$  gibt aber die Gleichung 5) (pag. 77) die Relation:

$$\tau = \frac{1}{6} (r + r' + s)^{3/2} \mp \frac{1}{6} (r + r' - s)^{3/2}. \quad (35)$$

Substituirt man nun diesen Werth von  $\tau$  in die Gleichung 32) und ersetzt in derselben  $\cos f$  durch die Relation 34), so findet sich:

$$\eta = \frac{\sqrt{2}}{6} \frac{(1 + \sin \gamma)^{3/2} \mp (1 - \sin \gamma)^{3/2}}{\cos \gamma \sqrt{1 - \cos \gamma}}. \quad (36)$$

Es ist aber bekanntlich:

$$\begin{aligned} (\cos \tfrac{1}{2} \gamma + \sin \tfrac{1}{2} \gamma)^2 &= 1 + \sin \gamma, \\ (\cos \tfrac{1}{2} \gamma - \sin \tfrac{1}{2} \gamma)^2 &= 1 - \sin \gamma. \end{aligned}$$

Zieht man aus diesen Ausdrücken die Wurzel, so ist in der ersten Gleichung, da  $\gamma$  jedenfalls kleiner als  $180^\circ$ , stets nur das positive Zeichen zu wählen, in der zweiten aber hat man das positive Zeichen zu nehmen, wenn  $\gamma$  im ersten, das negative, wenn  $\gamma$  im zweiten Quadranten liegt. Die Einführung dieser Ausdrücke in 36) bewirkt daher mit Rücksicht auf die obige Bestimmung, dass:

$$\begin{aligned} \gamma \text{ im ersten Quadranten zu nehmen ist, wenn } v' - v < 180^\circ, \\ \gamma \text{ „ zweiten „ „ „ „ „ } v' - v > 180^\circ \end{aligned}$$

ist. Man hat sonach:

$$\eta = \frac{(\cos \tfrac{1}{2} \gamma + \sin \tfrac{1}{2} \gamma)^3 - (\cos \tfrac{1}{2} \gamma - \sin \tfrac{1}{2} \gamma)^3}{6 \cos \gamma \sin \tfrac{1}{2} \gamma} = \frac{1}{\cos \gamma} - \frac{2}{3} \frac{\sin \tfrac{1}{2} \gamma^2}{\cos \gamma} = \frac{1}{3 \cos \gamma} \{2 + \cos \gamma\},$$

also schliesslich:

$$\eta = \frac{1 + 2 \sec \gamma}{3}. \quad (37)$$

Dieser Ausdruck für  $\eta$  hat allgemeine Geltung für die Parabel, sobald man den Winkel  $\gamma$ , der durch die Gleichung:

$$\sin \gamma = \frac{s}{r + r'},$$

bestimmt ist, im ersten Quadranten wählt, wenn die heliocentrische Bewegung kleiner, im zweiten, wenn sie grösser als  $180^\circ$  ist.

So elegant der eben entwickelte Ausdruck auch ist, so hat derselbe doch eine für die Rechnung nicht sehr bequeme Form, da in der Regel zunächst die Differenz der wahren Anomalie  $2f$  gegeben ist und aus dieser in Verbindung mit den Werthen  $r$  und  $r'$  die Sehne  $s$  abgeleitet werden muss nach  $s^2 = r^2 + r'^2 - 2rr' \cos 2f$ . Man kann aber entweder aus diesem Ausdruck oder, was viel leichter ist, auf Grundlage des Ausdruckes 18) (pag. 84) eine andere Form herstellen, die sich in der Anwendung bequemer erweist. Da nämlich in der Parabel  $g = 0$  wird, so nimmt in dem Ausdrucke:

$$\eta = \alpha\beta + 1,$$

$\alpha$  seinen Grenzwert  $\frac{1}{2}$  an,  $\beta$  wird mit Rücksicht auf die Bedeutung von  $l$ , diesem gleich (vergl. pag. 84) und man erhält sofort im Falle der Parabel:

$$3\eta = \frac{r + r'}{\cos f \sqrt{rr'}} + 1. \quad 38)$$

Will man die Zwischenzeit  $\tau$  selbst in den Ausdruck einführen, so kann man auch von der Gleichung 10) (pag. 82) Gebrauch machen; dieselbe gibt für die Parabel ( $\cos g = 1$ ):

$$\eta^2 = \frac{\tau^2}{2rr' \cos f^2 (r + r' - 2 \cos f \sqrt{rr'})}. \quad 39)$$

wobei  $\eta$  das Zeichen von  $\cos f$  erhalten wird.

Die vorstehenden Formeln sollen durch Beispiele erläutert und alle Grössen, deren man in denselben bedarf, mitgetheilt werden.

$$\log r = 0.097\ 6836, \quad \log r' = 9.950\ 5083, \quad \log s = 9.958\ 3915,$$

$$f = 156^\circ 45' 23'' 22, \quad \log \tau = 0.048\ 4948.$$

Man erhält nach

| 33) und 37)                    | 38)                                 | 39)                              |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Add. 0.233 6472                | $\log (r + r')$ 0.331 3308          | $2 \cos f$ 0.264 2678            |
| $\log (r + r')$ 0.331 3308     | $\sec f$ 0.036 7622                 | $2 \cos f \sqrt{rr'}$ 0.288 3638 |
| $\sin \gamma$ 9.627 0607       | Compl. $\log \sqrt{rr'}$ 9.975 9040 | $r + r'$ 0.331 3308              |
| $\sec \gamma$ 0.042 9669       | $\log (3\eta - 1)$ 0.043 9970       | Add. 0.280 0777                  |
| $2 \sec \gamma$ 0.082 9969     | $\log 3\eta$ 0.082 0632             | (...) 0.611 4085                 |
| $1 + 2 \sec \gamma$ 0.082 0630 | $\log \eta$ 9.604 9419              | $2rr'$ 0.349 2219                |
| $\lg \eta$ 9.604 9417          |                                     | $\cos f^2$ 9.926 4756            |
|                                |                                     | $\log$ Nenn. 0.887 1060          |
|                                |                                     | $\log \tau^2$ 0.096 9896         |
|                                |                                     | $\log \eta^2$ 9.209 8836         |
|                                |                                     | $\log \eta$ 9.604 9418.          |

### c. Bestimmung des Verhältnisses der Dreiecksflächen für kleine heliocentrische Bewegungen.

Die Entwicklung der Coordinaten nach den Potenzen der Zeit und die Ersetzung des Verhältnisses der Dreiecksflächen durch die Zwischenzeiten wird im Allgemeinen nur dann mit Vortheil angewendet werden können, wenn die heliocentrische Bewegung des Himmelskörpers eine mässige ist. Die Lösung der vor-



gelegten Aufgabe hat daher nur eine sehr beschränkte Anwendbarkeit, wird aber für das Problem der ersten Bahnbestimmungen von hoher Wichtigkeit, da die Lösung des letzteren nur unter der eben gemachten Voraussetzung gelingt.

Zählt man die Zeit von dem Augenblicke, für den die rechtwinkligen Coordinaten  $x_0$ ,  $y_0$  und  $z_0$  gelten und setzt:

$$\tau = k \sqrt{1+m} t$$

$$d\tau = k \sqrt{1+m} dt,$$

legt weiter den Anfangspunkt des Coordinatensystems in den Sonnenmittelpunkt, so dass die Gleichung:

$$r_0^2 = x_0^2 + y_0^2 + z_0^2,$$

besteht, so werden die Coordinaten Functionen der constanten Elemente und der Variablen  $t$  oder  $kt\sqrt{1+m} = \tau$  sein. Die letztere Grösse nimmt der getroffenen Bestimmung gemäss zur Zeit, für welche die Coordinaten  $x_0$ ,  $y_0$  und  $z_0$  gelten, den Werth Null an; ertheilt man derselben das Increment  $\tau$ , so gibt der Mac-Laurin'sche Lehrsatz für die zur Zeit  $\tau$  stattfindenden Coordinaten die Reihen:

$$\left. \begin{aligned} x &= x_0 + \frac{dx_0}{d\tau} \tau + \frac{d^2x_0}{d\tau^2} \frac{\tau^2}{1 \cdot 2} + \frac{d^3x_0}{d\tau^3} \frac{\tau^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \frac{d^4x_0}{d\tau^4} \frac{\tau^4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} + \dots \\ y &= y_0 + \frac{dy_0}{d\tau} \tau + \frac{d^2y_0}{d\tau^2} \frac{\tau^2}{1 \cdot 2} + \frac{d^3y_0}{d\tau^3} \frac{\tau^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \frac{d^4y_0}{d\tau^4} \frac{\tau^4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} + \dots \\ z &= z_0 + \frac{dz_0}{d\tau} \tau + \frac{d^2z_0}{d\tau^2} \frac{\tau^2}{1 \cdot 2} + \frac{d^3z_0}{d\tau^3} \frac{\tau^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \frac{d^4z_0}{d\tau^4} \frac{\tau^4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} + \dots \end{aligned} \right\} \quad 1)$$

Nun ist aber nach der Gleichung 1) (pag. 43):

$$\frac{d^2x_0}{d\tau^2} = -\frac{x_0}{r_0^3}, \quad \frac{d^2y_0}{d\tau^2} = -\frac{y_0}{r_0^3}, \quad \frac{d^2z_0}{d\tau^2} = -\frac{z_0}{r_0^3}.$$

Aus diesen Ausdrücken erhält man leicht die weiteren Derivationen der Coordinaten als Functionen derselben und ihrer Geschwindigkeiten. Ich werde jene hier nur für die  $x$ -Coordinate ausschreiben, da sich die übrigen leicht durch Einsetzung der Buchstaben  $y$  und  $z$  statt  $x$  ergeben. Es findet sich:

$$\begin{aligned} \frac{d^3x_0}{d\tau^3} &= \frac{3x_0}{r_0^4} \frac{dr_0}{d\tau} - \frac{1}{r_0^3} \frac{dx_0}{d\tau} \\ \frac{d^4x_0}{d\tau^4} &= x_0 \left\{ \frac{1}{r_0^6} - \frac{12}{r_0^5} \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right)^2 + \frac{3}{r_0^4} \left( \frac{d^2r_0}{d\tau^2} \right) \right\} + \frac{6}{r_0^4} \frac{dr_0}{d\tau} \cdot \frac{dx_0}{d\tau} \\ \frac{d^5x_0}{d\tau^5} &= x_0 \left\{ -\frac{12}{r_0^7} \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right) + \frac{60}{r_0^6} \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right)^3 - \frac{36}{r_0^5} \left( \frac{d^2r_0}{d\tau^2} \right) \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right) + \frac{3}{r_0^4} \frac{d^3r_0}{d\tau^3} \right\} + \\ &\quad + \frac{dx_0}{d\tau} \left\{ \frac{1}{r_0^6} - \frac{36}{r_0^5} \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right)^2 + \frac{9}{r_0^4} \frac{d^2r_0}{d\tau^2} \right\}. \end{aligned}$$

Setzt man also:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 1 - \frac{1}{2} \frac{\tau^2}{r_0^3} + \frac{1}{2} \frac{\tau^3}{r_0^4} \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right) + \frac{\tau^4}{24} \left\{ \frac{1}{r_0^6} - \frac{12}{r_0^5} \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right)^2 + \frac{3}{r_0^4} \left( \frac{d^2r_0}{d\tau^2} \right) \right\} + \\ &\quad + \frac{\tau^5}{40} \left\{ -\frac{4}{r_0^7} \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right) + \frac{20}{r_0^6} \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right)^3 - \frac{12}{r_0^5} \left( \frac{d^2r_0}{d\tau^2} \right) \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right) + \frac{1}{r_0^4} \frac{d^3r_0}{d\tau^3} \right\} + \dots \\ \beta &= \tau - \frac{1}{6} \frac{\tau^3}{r_0^3} + \frac{1}{4} \frac{\tau^4}{r_0^4} \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right) + \frac{\tau^5}{120} \left\{ \frac{1}{r_0^6} - \frac{36}{r_0^5} \left( \frac{dr_0}{d\tau} \right)^2 + \frac{9}{r_0^4} \left( \frac{d^2r_0}{d\tau^2} \right) \right\} + \dots \end{aligned} \right\} \quad 2)$$

so kann man den Gleichungen 1) die folgende Form ertheilen :

$$\left. \begin{aligned} x &= \alpha x_0 + \beta \frac{dx_0}{d\tau} \\ y &= \alpha y_0 + \beta \frac{dy_0}{d\tau} \\ z &= \alpha z_0 + \beta \frac{dz_0}{d\tau} \end{aligned} \right\} \quad 3)$$

Ehe auf die Verwerthung dieser Gleichungen für die Bestimmung der Verhältnisse der Dreiecksflächen eingegangen wird, soll der Zusammenhang von  $\beta$  mit der im vorigen Paragraphen eingeführten Grösse  $\eta$ , die das Verhältniss des Sectors zum Dreiecke darstellt, nachgewiesen werden. Es ist offenbar, wenn man die  $xy$ -Ebene mit der Bahnebene identificirt, die doppelte Dreiecksfläche zwischen dem Anfangspunkte der Coordinaten und den beiden Punkten, welche durch die Coordinaten  $x, y$  und  $x_0, y_0$  bestimmt sind, dargestellt durch :

$$x_0 y - x y_0 ;$$

es ist also :

$$\eta = \frac{\tau \sqrt{p}}{x_0 y - x y_0}.$$

Setzt man im Nenner die Ausdrücke aus 3) ein, nämlich :

$$x_0 y - x y_0 = \beta \left\{ x_0 \frac{dy_0}{d\tau} - y_0 \frac{dx_0}{d\tau} \right\},$$

so wird (vergl. Gleichung 6) pag. 45 und 14) pag. 46) geschrieben werden können :

$$x_0 y - x y_0 = \beta \sqrt{p} ;$$

daraus resultirt die wichtige Relation :

$$\beta = \frac{\tau}{\eta}. \quad 4)$$

Es sollen nun für  $\alpha$  und  $\beta$  jene geschlossenen Ausdrücke entwickelt werden, welche Kühnert (Astr. Nachr. Nr. 2266) für dieselben gegeben hat. Belässt man die Bahnebene als die  $xy$ -Ebene und legt die positive  $x$ -Achse in das Perihel, so ist :

$$\begin{aligned} x &= r \cos v = a (\cos E - e) \\ y &= r \sin v = a \cos \varphi \sin E. \end{aligned} \quad 5)$$

Weiter ist :

$$dM = \mu dt,$$

somit nach Gleichung 20) (pag. 54), der die Form  $dE = \frac{a}{r} dM$  ertheilt werden kann :

$$\frac{dE}{d\tau} = \frac{1}{r \sqrt{a}},$$

also auch :

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{d\tau} &= - \sin E \frac{\sqrt{a}}{r} \\ \frac{dy}{d\tau} &= \cos \varphi \cos E \frac{\sqrt{a}}{r} \end{aligned} \right\} \quad 6)$$

Substituirt man die Ausdrücke 5) und 6), mit dem entsprechenden Index versehen, in die Gleichungen 3), so findet sich :

$$\left. \begin{aligned} \cos E - \cos E_0 &= (\alpha - 1) (\cos E_0 - e) - \beta \frac{\sin E_0}{r_0 \sqrt{a}} \\ \sin E - \sin E_0 &= (\alpha - 1) \sin E_0 + \beta \frac{\cos E_0}{r_0 \sqrt{a}} \end{aligned} \right\} \quad 7)$$

Multipliziert man die erste Gleichung mit  $\cos E_0$ , die zweite mit  $\sin E_0$  und addirt, so erhält man:

$$\cos (E - E_0) - 1 = (\alpha - 1) (1 - e \cos E_0) = (\alpha - 1) \frac{r_0}{a}.$$

Setzt man, wie im vorangehenden Kapitel (pag. 104):

$$2g = E - E_0,$$

so findet sich aus der eben hingeschriebenen Form leicht:

$$\alpha = 1 - \frac{2a}{r_0} \sin g^2. \quad 8)$$

Der Factor  $a \sin g^2$ , der für alle Kegelschnitte nothwendig positiv ist, spielt besonders bei der Bestimmung nahezu parabolischer Elemente eine wichtige Rolle. Ersetzt man denselben aus der Gleichung 17) (pag. 84), so erhält man mit Benützung der Relation 4) (pag. 96):

$$\alpha = 1 - \frac{r^2}{2 r r_0^2 \cos f^2 \eta^2} = 1 - \frac{\beta^2}{2 r r_0^2 \cos f^2}, \quad 9)$$

so dass zwischen  $\alpha$  und  $\beta$  ein einfacher Zusammenhang hergestellt erscheint.

Um nun  $\beta$  ähnlich wie  $\alpha$  durch  $a$  und  $g$  auszudrücken, multiplicire man die erste der Gleichungen 7) mit  $\sin E_0$  und die zweite mit  $\cos E_0$ ; die Subtraction ergibt:

$$\sin (E - E_0) = (\alpha - 1) e \sin E_0 + \frac{\beta}{r \sqrt{a}},$$

oder:

$$\beta = \{\sin 2g - (\alpha - 1) e \sin E_0\} r_0 \sqrt{a}.$$

Die Substitution des Werthes  $(\alpha - 1)$  aus der Gleichung 8) ergibt, wenn man  $r$  durch die excentrische Anomalie ausdrückt:

$$\beta = a^{3/2} \sin 2g - 2 e a^{3/2} \sin g \cos \frac{1}{2} (E + E_0),$$

wofür auch geschrieben werden kann:

$$\beta = a^{3/2} \{\sin 2g - e \sin E + e \sin E_0\} = a^{3/2} \{\sin 2g + (M - E) - (M_0 - E_0)\}.$$

Bedenkt man aber, dass:

$$M - M_0 = t\mu = \frac{\tau}{a^{3/2}},$$

ist, so findet sich für  $\beta$ :

$$\beta = \tau - a^{3/2} (2g - \sin 2g). \quad 10)$$

Dieser für die Rechnung sehr bequeme geschlossene Ausdruck hätte auch aus den Entwicklungen des vorangehenden Kapitels erhalten werden können. Schliesslich kann man durch Vergleichung des Ausdruckes 10) mit 4) die Bestimmung des Verhältnisses des Sectors zum Dreieck ableiten, nämlich:

$$\frac{1}{\eta} = 1 - \frac{a^{3/2}}{\tau} (2g - \sin 2g) = 1 - \frac{2g - \sin 2g}{M - M_0}, \quad 11)$$

welche Form bisweilen mit Vortheil zur Ermittlung von  $\eta$  verwendet werden kann.

Es sollen nun die Eingangs dieses Kapitels gemachten Entwicklungen in einer die erste Bahnbestimmung vorbereitenden Weise weiter durch-

man die  $xy$ -Ebene mit der Bahnebene zusammenfallend an und legt den Anfangspunkt der Coordinaten in den Sonnenmittelpunkt, so werden sich die drei Orte durch die Coordinaten  $x, y, x'', y''$  und  $x''' y'''$  bestimmen. Es sollen die drei Orte der Reihe nach als erster, zweiter und dritter Ort und die zu denselben gehörenden Radien vectoren mit  $r, r''$  und  $r'''$  bezeichnet werden; ferner sei:

$$\left. \begin{array}{llllll} \text{die doppelte Dreiecksfläche zwischen dem 1. und 2. Orte durch } [r, r''] & & & & & \\ \text{,, ,, ,, ,, 2. ,, 3. ,, ,, } [r'' r'''] & & & & & \\ \text{,, ,, ,, ,, 1. ,, 3. ,, ,, } [r, r'''] & & & & & \end{array} \right\} 12)$$

ausgedrückt, dann ist offenbar:

$$\left. \begin{array}{l} [r, r''] = x, y'' - x'' y, \\ [r, r'''] = x, y''' - x''' y, \\ [r'' r'''] = x'' y''' - x''' y''. \end{array} \right\} 13)$$

Setzt man für die mit der Constante des Sonnensystems multiplicirte

$$\left. \begin{array}{llllll} \text{Zwischenzeit zwischen dem 1. und 2. Orte: } \tau'' & & & & & \\ \text{,, ,, ,, 2. ,, 3. ,, } \tau, & & & & & \\ \text{,, ,, ,, 1. ,, 3. ,, } \tau''' & & & & & \end{array} \right\} 14)$$

wobei nothwendig:

$$\tau + \tau''' = \tau''$$

ist, so kann man mit Hilfe der Gleichungen 3) (pag. 96) die Coordinaten des ersten und dritten als Functionen der Coordinaten des zweiten Ortes darstellen; will man die Zwischenzeiten als absolute Grössen stets positiv nehmen, so wird man auch die Gleichungen 3) schreiben dürfen:

$$\left. \begin{array}{ll} x = \alpha, x'' - \beta, \frac{dx''}{d\tau}, & x''' = \alpha''' x'' + \beta''' \frac{dx''}{d\tau}, \\ y = \alpha, y'' - \beta, \frac{dy''}{d\tau}, & y''' = \alpha''' y'' + \beta''' \frac{dy''}{d\tau}, \end{array} \right\} 15)$$

wobei den  $\alpha$  und  $\beta$  Coëfficienten nach 2) (pag. 95) mit Rücksicht darauf, dass für den ersten statt  $\tau$  der Werth  $-\tau'''$ , für den dritten aber  $+\tau$ , einzusetzen ist, die folgende Bedeutung zukommt:

$$\left. \begin{array}{l} \alpha = 1 - \frac{1}{2} \frac{\tau''^2}{r''^3} - \frac{1}{2} \frac{\tau''^3}{r''^4} \left( \frac{dr''}{d\tau} \right) + \frac{\tau''^4}{24} \left\{ \frac{1}{r''^6} - \frac{12}{r''^5} \left( \frac{dr''}{d\tau} \right)^2 + \frac{3}{r''^4} \left( \frac{d^2 r''}{d\tau^2} \right) \right\} + \dots \\ \beta = \tau''' - \frac{1}{6} \frac{\tau''^3}{r''^3} - \frac{1}{4} \frac{\tau''^4}{r''^4} \left( \frac{dr''}{d\tau} \right) + \frac{\tau''^5}{120} \left\{ \frac{1}{r''^6} - \frac{36}{r''^5} \left( \frac{dr''}{d\tau} \right)^2 + \frac{9}{r''^4} \left( \frac{d^2 r''}{d\tau^2} \right) \right\} + \dots \\ \alpha''' = 1 - \frac{1}{2} \frac{\tau^2}{r''^3} + \frac{1}{2} \frac{\tau^3}{r''^4} \left( \frac{dr''}{d\tau} \right) + \frac{\tau^4}{24} \left\{ \frac{1}{r''^6} - \frac{12}{r''^5} \left( \frac{dr''}{d\tau} \right)^2 + \frac{3}{r''^4} \left( \frac{d^2 r''}{d\tau^2} \right) \right\} + \dots \\ \beta''' = \tau - \frac{1}{6} \frac{\tau^3}{r''^3} + \frac{1}{4} \frac{\tau^4}{r''^4} \left( \frac{dr''}{d\tau} \right) + \frac{\tau^5}{120} \left\{ \frac{1}{r''^6} - \frac{36}{r''^5} \left( \frac{dr''}{d\tau} \right)^2 + \frac{9}{r''^4} \left( \frac{d^2 r''}{d\tau^2} \right) \right\} + \dots \end{array} \right\} 16)$$

Substituirt man nun die Coordinaten nach 15) in die Gleichungen 13), so findet sich leicht:

$$\begin{aligned} [r, r''] &= \beta, \left\{ x'' \frac{dy''}{d\tau} - y'' \frac{dx''}{d\tau} \right\} \\ [r'' r'''] &= \beta''' \left\{ x'' \frac{dy''}{d\tau} - y'' \frac{dx''}{d\tau} \right\} \\ [r, r'''] &= \left\{ \alpha, \beta''' + \alpha''' \beta, \right\} \left\{ x'' \frac{dy''}{d\tau} - y'' \frac{dx''}{d\tau} \right\}. \end{aligned}$$

Nun ist aber (vergl. Gleichung 6) pag. 45, 14) pag. 46):

$$xdy - ydx = r^2 dv = k \sqrt{p} dt = \sqrt{p} dr,$$

demnach auch:

$$\left. \begin{aligned} [r, r_n] &= \beta, \sqrt{p} \\ [r_n, r_m] &= \beta_m \sqrt{p} \\ [r, r_m] &= (\alpha, \beta_m + \alpha_m \beta), \sqrt{p}. \end{aligned} \right\} 17)$$

$\beta$ , und  $\beta_m$  erscheinen durch die Gleichungen 16) bereits in einer nach Potenzen der Zeit entwickelten Form, die hierfür geltenden Ausdrücke sind unten in der ersten und zweiten Gleichung 18) aufgenommen. Multiplicirt man aber die in 16) enthaltenen Werthe mit einander entsprechend dem Ausdrucke  $\alpha, \beta_m + \alpha_m \beta$ , ordnet nach Potenzen der Zeit und erinnert sich dabei, dass:

$$\tau_n = \tau + \tau_m,$$

so findet man ohne Schwierigkeit auch die dritte Gleichung in 18). In den folgenden Gleichungen habe ich die Glieder fünfter Ordnung fortgelassen und erhalten:

$$\left. \begin{aligned} [r, r_n] &= \tau_m \sqrt{p} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{\tau_m^2}{r_n^3} - \frac{1}{4} \frac{\tau_m^3}{r_n^4} \frac{dr_n}{d\tau} + \dots \right\} \\ [r_n, r_m] &= \tau, \sqrt{p} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{\tau^2}{r_n^3} + \frac{1}{4} \frac{\tau^3}{r_n^4} \frac{dr_n}{d\tau} + \dots \right\} \\ [r, r_m] &= \tau_n \sqrt{p} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{\tau_n^2}{r_n^3} + \frac{1}{4} \frac{\tau_n^3 (\tau - \tau_m)}{r_n^4} \frac{dr_n}{d\tau} + \dots \right\}. \end{aligned} \right\} 18)$$

Bei ersten Bahnbestimmungen bedarf man verschiedener Verhältnisse zwischen den Dreiecksflächen; dividirt man demnach die eben erhaltenen Ausdrücke in den sechs möglichen Combinationen, so erhält man, wenn man sofort wieder die Entwicklung nach steigenden Potenzen der Zeit ausführt:

$$\left. \begin{aligned} \frac{[r, r_n]}{[r_n, r_m]} &= \frac{\tau_m}{\tau} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{\tau_m^2 - \tau^2}{r_n^3} - \frac{1}{4} \frac{\tau^3 + \tau_m^3}{r_n^4} \frac{dr_n}{d\tau} + \dots \right\} \\ \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} &= \frac{\tau_m}{\tau} \left\{ 1 + \frac{1}{6} \frac{\tau_n^2 - \tau_m^2}{r_n^3} - \frac{1}{4} \frac{\tau ( \tau_n \tau - \tau_m^2 )}{r_n^4} \frac{dr_n}{d\tau} + \dots \right\} \\ \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_n]} &= \frac{\tau}{\tau_m} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{\tau^2 - \tau_m^2}{r_n^3} + \frac{1}{4} \frac{\tau^3 + \tau_m^3}{r_n^4} \frac{dr_n}{d\tau} + \dots \right\} \\ \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_m]} &= \frac{\tau}{\tau_n} \left\{ 1 + \frac{1}{6} \frac{\tau_n^2 - \tau^2}{r_n^3} + \frac{1}{4} \frac{\tau_m ( \tau_n \tau_m - \tau^2 )}{r_n^4} \frac{dr_n}{d\tau} + \dots \right\} \\ \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} &= \frac{\tau_n}{\tau} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{\tau_n^2 - \tau_m^2}{r_n^3} + \frac{1}{4} \frac{\tau ( \tau_n \tau - \tau_m^2 )}{r_n^4} \frac{dr_n}{d\tau} + \dots \right\} \\ \frac{[r, r_m]}{[r_n, r_m]} &= \frac{\tau_n}{\tau} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{\tau_n^2 - \tau^2}{r_n^3} - \frac{1}{4} \frac{\tau_m ( \tau_n \tau_m - \tau^2 )}{r_n^4} \frac{dr_n}{d\tau} + \dots \right\}. \end{aligned} \right\} 19)$$

Den Gleichungen 19) kann aber auch eine andere Form ertheilt werden, welche dieselben für das Problem der ersten Bahnbestimmungen besonders geeignet macht. Entwickelt man nämlich, wie es oben für die Coordinaten  $x$ ,  $y$  und  $z$  in den Gleichungen 1) (pag. 95) geschehen, den Radius vector nach Potenzen von  $\tau$ , so erhält man ohne Schwierigkeit:

$$\left. \begin{aligned} r, &= r_n - \tau_m \frac{dr_n}{d\tau} + \frac{\tau_m^2}{1 \cdot 2} \frac{d^2 r_n}{d\tau^2} - \dots \\ r_m &= r_n + \tau, \frac{dr_n}{d\tau} + \frac{\tau^2}{1 \cdot 2} \frac{d^2 r_n}{d\tau^2} + \dots \end{aligned} \right\} 20)$$

Addirt man beide Gleichungen, so findet sich :

$$2r_n = r_i + r_m + (r_m - r_i) \frac{dr_n}{d\tau} - \frac{r_m^2 + r_i^2}{1 \cdot 2} \frac{d^2 r_n}{d\tau^2} + \dots$$

Subtrahirt man dagegen, so resultirt :

$$r_m - r_i = r_n \frac{dr_n}{d\tau} + \frac{r_n(r_i - r_m)}{1 \cdot 2} \frac{d^2 r_n}{d\tau^2}.$$

Da in den Gleichungen 19)  $r_n$  in Bezug auf  $\tau$  mit Gliedern zweiter Ordnung,  $\frac{dr_n}{d\tau}$  aber mit Gliedern dritter Ordnung verbunden ist, so darf man, ohne mehr als die bisher vernachlässigten Glieder dritter Ordnung wegzulassen, setzen :

$$\left. \begin{aligned} \frac{dr_n}{d\tau} &= \frac{r_m - r_i}{r_n} \\ r_n &= \frac{1}{2} (r_i + r_m) + \frac{1}{2} \frac{(r_m - r_i)}{r_n} (r_m - r_i) \\ \frac{1}{r_n^3} &= \frac{8}{(r_i + r_m)^3} - 24 \frac{r_m - r_i}{r_n} \frac{r_m - r_i}{(r_i + r_m)^4} \\ \frac{1}{r_n^4} \frac{dr_n}{d\tau} &= \frac{16}{(r_i + r_m)^4} \frac{r_m - r_i}{r_n} \end{aligned} \right\} 21)$$

Führt man nun diese Relationen in 19) ein, so findet man nach einigen ganz leichten Reductionen für die Verhältnisse der Dreiecksflächen folgende Ausdrücke :

$$\left. \begin{aligned} \frac{[r_i, r_n]}{[r_n, r_m]} &= \frac{r_m}{r_i} \left\{ 1 - \frac{4}{3} \frac{r_m^2 - r_i^2}{(r_i + r_m)^3} - 4 \frac{r_i r_m}{r_n} \frac{(r_m - r_i)}{(r_i + r_m)^4} + \dots \right\} \\ \frac{[r_i, r_n]}{[r_i, r_m]} &= \frac{r_m}{r_n} \left\{ 1 + \frac{4}{3} \frac{r_m^2 - r_n^2}{(r_i + r_m)^3} - \frac{4}{r_n} \frac{r_i r_m^2}{(r_i + r_m)^4} + \dots \right\} \\ \frac{[r_n, r_m]}{[r_i, r_m]} &= \frac{r_i}{r_n} \left\{ 1 - \frac{4}{3} \frac{r_i^2 - r_m^2}{(r_i + r_m)^3} + 4 \frac{r_i r_m}{r_n} \frac{(r_m - r_i)}{(r_i + r_m)^4} + \dots \right\} \\ \frac{[r_n, r_m]}{[r_n, r_i]} &= \frac{r_i}{r_n} \left\{ 1 + \frac{4}{3} \frac{r_n^2 - r_i^2}{(r_i + r_m)^3} + \frac{4}{r_n} \frac{r_i r_m^2}{(r_i + r_m)^4} + \dots \right\} \\ \frac{[r_i, r_m]}{[r_i, r_n]} &= \frac{r_n}{r_m} \left\{ 1 - \frac{4}{3} \frac{r_n^2 - r_m^2}{(r_i + r_m)^3} + \frac{4}{r_n} \frac{r_i r_m^2}{(r_i + r_m)^4} + \dots \right\} \\ \frac{[r_i, r_m]}{[r_n, r_m]} &= \frac{r_n}{r_i} \left\{ 1 - \frac{4}{3} \frac{r_n^2 - r_i^2}{(r_i + r_m)^3} - \frac{4}{r_n} \frac{r_i r_m^2}{(r_i + r_m)^4} + \dots \right\} \end{aligned} \right\} 22)$$

Es wird zweckmässig sein, für diese Reihen abkürzende Symbole einzuführen. Bezeichnet man mit  $\Psi$  die mit  $(r_i + r_m)^3$  multiplicirten Summen der Glieder der obigen Reihen vom zweiten Gliede inclusive angefangen und versieht den Buchstaben mit zwei Indices, so kann man setzen :

$$\left. \begin{aligned} \Psi_{i'''} &= -\frac{4}{3} (r_m^2 - r_i^2) - 4 \frac{r_i r_m}{r_n} \frac{(r_m - r_i)}{(r_i + r_m)} + \dots \\ \Psi_{n'''} &= +\frac{4}{3} (r_n^2 - r_m^2) - 4 \frac{r_i r_m^2}{r_n} \frac{(r_m - r_i)}{(r_i + r_m)} + \dots \\ \Psi_{m'''} &= -\frac{4}{3} (r_i^2 - r_m^2) + 4 \frac{r_i r_m}{r_n} \frac{(r_m - r_i)}{(r_i + r_m)} + \dots \\ \Psi_{n''} &= +\frac{4}{3} (r_n^2 - r_i^2) + 4 \frac{r_m r_i^2}{r_n} \frac{(r_m - r_i)}{(r_i + r_m)} + \dots \\ \Psi_{m''} &= -\frac{4}{3} (r_n^2 - r_m^2) + 4 \frac{r_i r_m^2}{r_n} \frac{(r_m - r_i)}{(r_i + r_m)} + \dots \\ \Psi_{i''} &= -\frac{4}{3} (r_n^2 - r_i^2) - 4 \frac{r_m r_i^2}{r_n} \frac{(r_m - r_i)}{(r_i + r_m)} + \dots \end{aligned} \right\} 23)$$

Die Indices von  $\Psi$  sind so gewählt, dass der obere dem Index von  $\tau$  im Zähler, der untere jenem im Nenner des gemeinsamen Factors in 22) entspricht. Ginge

man in der Annäherung nicht weiter als auf Glieder dritter Ordnung inclusive, so könnte man setzen :

$$\begin{aligned}\Psi''' &= -\Psi'''', \\ \Psi'''' &= -\Psi''''', \\ \Psi''''' &= -\Psi'''''' ,\end{aligned}$$

doch soll vorerst auf diese Vereinfachung nicht Rücksicht genommen werden. Substituiert man die Werthe aus 23) in 22) und setzt :

$$x = (r, + r_m)^{-3}, \quad 24)$$

so erhält man :

$$\left. \begin{aligned} \frac{[r, r_m]}{[r_n, r_m]} &= \frac{r_m}{r_n} \{1 + x \Psi'''''\}, & \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_m]} &= \frac{r_n}{r_m} \{1 + x \Psi'''''\}, & \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} &= \frac{r_n}{r_m} \{1 + x \Psi'''''\} \\ \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} &= \frac{r_m}{r_n} \{1 + x \Psi'''''\}, & \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_m]} &= \frac{r_n}{r_m} \{1 + x \Psi'''''\}, & \frac{[r, r_m]}{[r_n, r_m]} &= \frac{r_n}{r_m} \{1 + x \Psi'''''\} \end{aligned} \right\} 25)$$

Mit Hilfe der im vorhergehenden Kapitel angegebenen Methode zur Bestimmung des Verhältnisses des Sectors zur Dreiecksfläche lassen sich die verschiedenen Ausdrücke von  $\Psi$  leicht durch die betreffenden Verhältnisse streng ersetzen. Bezeichnet man analog den Zwischenzeiten :

$$\begin{aligned} \text{mit } \eta' &\text{ das zum 2ten und 3ten Orte gehörende Verhältniss (Sector : Dreieck)} \\ \text{,, } \eta'' &\text{ das ,, 1ten ,, 3ten ,, ,, ,, (Sector : Dreieck)} \\ \text{,, } \eta''' &\text{ das ,, 1ten ,, 2ten ,, ,, ,, (Sector : Dreieck),} \end{aligned}$$

so wird zunächst :

$$\left. \begin{aligned} \frac{[r, r_n]}{[r_n, r_m]} &= \frac{r_m}{r_n} \cdot \frac{\eta_i}{\eta_{mm}}, & \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_n]} &= \frac{r_n}{r_m} \cdot \frac{\eta_{mm}}{\eta_i}, & \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} &= \frac{r_n}{r_m} \cdot \frac{\eta_{mm}}{\eta_n} \\ \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} &= \frac{r_m}{r_n} \cdot \frac{\eta_n}{\eta_{mm}}, & \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_m]} &= \frac{r_n}{r_m} \cdot \frac{\eta_n}{\eta_i}, & \frac{[r, r_m]}{[r_n, r_m]} &= \frac{r_n}{r_m} \cdot \frac{\eta_i}{\eta_n} \end{aligned} \right\} 26)$$

somit, indem man sofort eine für die genaue Berechnung geeignete Form einführt :

$$\left. \begin{aligned} x \Psi''' &= \frac{(\eta_i - 1) - (\eta_{mm} - 1)}{\eta_{mm}}, & x \Psi'' &= \frac{(\eta_{mm} - 1) - (\eta_i - 1)}{\eta_i}, & x \Psi' &= \frac{(\eta_{mm} - 1) - (\eta_n - 1)}{\eta_n} \\ x \Psi'''' &= \frac{(\eta_n - 1) - (\eta_{mm} - 1)}{\eta_{mm}}, & x \Psi''' &= \frac{(\eta_{mm} - 1) - (\eta_i - 1)}{\eta_i}, & x \Psi'' &= \frac{(\eta_i - 1) - (\eta_n - 1)}{\eta_n} \end{aligned} \right\} 27)$$

Wendet man zur Bestimmung von  $\eta$  das Hansen'sche Näherungsverfahren (vergl. pag. 90) an, so erhält man ohnehin zuerst den Werth von  $\eta - 1$ , bei Benützung der strengen Gauss'schen Rechnungsvorschriften aber (vergl. pag. 85 u. ff.) wird man aus der Formel 25) (pag. 87) zur genauen Bestimmung des Überschusses von  $\eta$  über die Einheit leicht ableiten :

$$\eta - 1 = \frac{h}{\eta^2} (\eta + \frac{1}{3}). \quad 28)$$

#### d. Bestimmung der Bahnelemente aus zwei heliocentrischen Orten.

Sind die heliocentrischen Coordinaten zweier Punkte gegeben nebst den Zeitmomenten, für welche dieselben gelten, so wird man, wenige Specialfälle ausgenommen, stets die sechs Elemente der Bahn bestimmen können; hierbei ist die Masse des Himmelskörpers als so klein vorausgesetzt, dass man dieselbe im Verhältnis zur

Sonnenmasse vernachlässigen darf; letztere Annahme wird in der Folge bei den ersten Bahnbestimmungen stets festgehalten werden.

Die heliocentrischen Coordinaten können in sehr verschiedener Weise angesetzt sein; ich werde annehmen, dass für das vorgelegte Problem die heliocentrischen Längen  $l$ , und  $l_m$ , die Breiten  $b$ , und  $b_m$  und die Radien vectoren  $r$ , und  $r_m$  gegeben seien.

Die erste Aufgabe besteht in der Aufsuchung der Bahnlage; dieselbe wird durch den grössten Kreis bestimmt, welcher durch die beiden heliocentrischen Orte des Himmelskörpers gelegt gedacht ist. Bezeichnet man die Länge desjenigen Schnittpunktes dieses grössten Kreises in der Ekliptik, in welchem derselbe, in der Bewegungsrichtung des Himmelskörpers beschrieben gedacht, aus der südlichen Hemisphäre der Ekliptik in die nördliche übertritt, mit dem Zeichen des aufsteigenden Knotens  $\Omega$  und nennt den Winkel, den dieser grösste Kreis am aufsteigenden Knoten mit der Ekliptik (ersteren in der Richtung der Bewegung des Himmelskörpers, letztere im Sinne der Bewegungsrichtung der Erde gezogen gedacht) (vergl. pag. 7) bildet, die Neigung  $i$ , so ergeben sich leicht, wenn man sich von den Orten des Himmelskörpers sphärische Perpendikel auf die Ekliptik gefällt denkt, aus der Betrachtung der bezüglichen rechtwinkligen sphärischen Dreiecke die Relationen:

$$\operatorname{tg} b = \operatorname{tg} i \sin (l - \Omega)$$

$$\operatorname{tg} b_m = \operatorname{tg} i \sin (l_m - \Omega).$$

Schreibt man statt  $l_m - \Omega$  den Werth  $(l_m - l) + (l - \Omega)$ , so erhält man:

$$\operatorname{tg} i \sin (l - \Omega) = \operatorname{tg} b,$$

$$\operatorname{tg} i \cos (l - \Omega) = \frac{\operatorname{tg} b_m - \operatorname{tg} b \cos (l_m - l)}{\sin (l_m - l)}, \quad 1)$$

aus welchen Gleichungen  $\Omega$  und  $i$  unzweideutig bestimmt werden können, indem das Zeichen von  $\operatorname{tg} i$  ( $i$  im ersten oder zweiten Quadranten zu nehmen) mit dem der heliocentrischen Bewegung in Länge übereinkommt; nehmen die heliocentrischen Längen zu, so ist  $\operatorname{tg} i$  positiv ( $i < 90^\circ$ ), nehmen sie dagegen ab, so ist  $\operatorname{tg} i$  negativ ( $90^\circ < i < 180^\circ$ ).

Nach der Ermittlung von  $\Omega$  und  $i$  kann an die Berechnung der Argumente der Breite  $u$ , und  $u_m$  geschritten werden, d. h. jener Bögen, welche die Abstände des Himmelskörpers vom aufsteigenden Knoten, gezählt in der Bewegungsrichtung desselben, messen. Die eben betrachteten rechtwinkligen sphärischen Dreiecke liefern die Relationen:

$$\left. \begin{array}{ll} \cos (l - \Omega) \cos b = \cos u, & \cos (l_m - \Omega) \cos b_m = \cos u_m \\ \sin (l - \Omega) \cos b = \sin u \cos i & \sin (l_m - \Omega) \cos b_m = \sin u_m \cos i \\ \sin b = \sin u \sin i, & \sin b_m = \sin u_m \sin i, \end{array} \right\} 2)$$

aus denen  $u$ , und  $u_m$  bestimmt werden können, doch wird diese Bestimmung, um dieselbe möglichst genau zu gestalten, je nachdem  $\sin i$  klein oder nahezu der Einheit gleich ist, verschieden vorgenommen werden müssen, nämlich:

$$\left. \begin{array}{ll} \sin i < 1 : \sqrt{2} & \sin i > 1 : \sqrt{2} \\ \operatorname{tg} u = \frac{\operatorname{tg} (l - \Omega)}{\cos i} & \operatorname{tg} u = \frac{\operatorname{tg} b}{\cos (l - \Omega) \sin i} \\ \operatorname{tg} u_m = \frac{\operatorname{tg} (l_m - \Omega)}{\cos i}, & \operatorname{tg} u_m = \frac{\operatorname{tg} b_m}{\cos (l_m - \Omega) \sin i} \end{array} \right\} 3)$$



Der Quadrant, in dem  $u$ , und  $u_m$  zu nehmen sind, bestimmt sich leicht aus dem Zeichen der Tangente und den in den dritten Gleichungen 2) enthaltenen Bedingungen, dass  $\sin b$ , und  $\sin b_m$  wegen des stets positiven Werthes von  $\sin i$  beziehungsweise mit  $\sin u$ , und  $\sin u_m$  gleich bezeichnet sein müssen. Man kann aber auch solche Formeln ableiten, welche unter allen Umständen mit Sicherheit anwendbar sind. Multiplicirt man die zweiten Gleichungen in 2) mit  $\cos i$ , die dritten mit  $\sin i$ , addirt beide und dividirt deren Summe durch die erste Gleichung, so erhält man:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} u &= \frac{\sin(l - \Omega) \cos i + \operatorname{tg} b \sin i}{\cos(l - \Omega)} \\ \operatorname{tg} u_m &= \frac{\sin(l_m - \Omega) \cos i + \operatorname{tg} b_m \sin i}{\cos(l_m - \Omega)} \end{aligned} \right\} 4)$$

Der Quadrant, in dem  $u$ , und  $u_m$  zu nehmen sind, bestimmt sich aus der Bedingung, dass der Sinus mit dem Zähler, der Cosinus mit dem Nenner gleich bezeichnet sein muss. Die Rechnung nach diesen letzteren Formeln scheint weniger bequem, als jene nach 3), doch macht sich dieselbe mit Hilfe von Additions- und Subtractionslogarithmen recht einfach, weil für beide Zähler dasselbe Argument, nämlich  $\operatorname{tg} i^2$  oder  $\operatorname{cotg} i^2$  als Eingang in diese Tafeln dient.

Ist die Rechnung so weit vorgeschritten, so kann man sie einer theilweisen Controle unterziehen. Die Differenz der wahren Anomalien  $2f_n$  ist offenbar bestimmt durch:

$$2f_n = u_m - u. \quad 5)$$

Der Winkel  $f$  kann aber auch aus den heliocentrischen Orten selbst abgeleitet werden; die Relation:

$$\cos 2f_n = \sin b \sin b_m + \cos b \cos b_m \cos(l_m - l),$$

gibt sofort:

$$\sin \frac{1}{2}(u_m - u)^2 = \sin f_n^2 = \sin \frac{1}{2}(l_m - l)^2 \cos b \cos b_m + \sin \frac{1}{2}(b_m - b)^2. \quad 6)$$

Da übrigens in diesem Falle neben den Radien vectoren häufig die Sehne  $s$  gegeben ist, so können auch diese Grössen zur Prüfung verwendet werden, denn das ebene Dreieck gibt:

$$\begin{aligned} \Sigma &= \frac{1}{2}(r + r_m + s) \\ \operatorname{tg} f^2 &= \frac{\left(1 - \frac{r}{\Sigma}\right)\left(1 - \frac{r_m}{\Sigma}\right)}{\left(1 - \frac{s}{\Sigma}\right)}, \end{aligned} \quad 7)$$

wobei die Formeln so angesetzt sind, dass sie sich bei der Anwendung von Subtractionslogarithmen bequem gestalten.

Die Berechnung der übrigen Bahnelemente wird in verschiedener Weise vorgenommen werden müssen, je nachdem die Bahn ihrer Gestalt nach sich mehr dem Kreise oder der Parabel nähert: für den Specialfall der Parabel werden die Formeln ganz besonders bequem. Hierbei wird nur auf den bei ersten Bahnbestimmungen stattfindenden Fall Rücksicht zu nehmen sein, dass der heliocentrische Bogen zwischen den beiden Orten ein mässiger ist; für jene Fälle, in welchen dies nicht mehr stattfindet, enthält der zweite Band dieses Werkes (pag. 472 und ff.) die nöthigen Anleitungen. Als gemeinsame Grundlagen für die weitere Berechnung der Elemente dürfen

die Zwischenzeit  $(t_n - t)$ , die beiden Radien vectoren  $r$ , und  $r_n$  und der Winkel, welchen dieselben an der Sonne einschliessen,  $2f_n$  oder die denselben ersetzende Angabe der Sehne  $s$  als bekannt vorausgesetzt werden.

*α. Bahnen müssiger Excentricität.*

Aus  $r$ , und  $r_n$ ,  $(t_n - t)$ ,  $2f_n$  oder  $s$  können die Grössen:

$$v_n = \sin \frac{1}{2} g_n^2 \text{ und } \eta_n,$$

nach den Formeln 26 (pag. 89) berechnet und daher für die folgenden Entwicklungen als bekannt angenommen werden.

Die Gleichungen 25) und 26) (pag. 57) geben für die beiden Orte die Relationen:

$$\left. \begin{aligned} \sin \frac{1}{2} v, \sqrt{\frac{r}{a}} &= \sin \frac{1}{2} E, \sqrt{1+e} = \sin \frac{1}{2} E, (\cos \frac{1}{2} \varphi + \sin \frac{1}{2} \varphi) \\ \cos \frac{1}{2} v, \sqrt{\frac{r}{a}} &= \cos \frac{1}{2} E, \sqrt{1-e} = \cos \frac{1}{2} E, (\cos \frac{1}{2} \varphi - \sin \frac{1}{2} \varphi) \\ \sin \frac{1}{2} v_n, \sqrt{\frac{r_n}{a}} &= \sin \frac{1}{2} E_n, \sqrt{1+e} = \sin \frac{1}{2} E_n (\cos \frac{1}{2} \varphi + \sin \frac{1}{2} \varphi) \\ \cos \frac{1}{2} v_n, \sqrt{\frac{r_n}{a}} &= \cos \frac{1}{2} E_n, \sqrt{1-e} = \cos \frac{1}{2} E_n (\cos \frac{1}{2} \varphi - \sin \frac{1}{2} \varphi), \end{aligned} \right\} 8)$$

aus welchen vier andere dadurch abgeleitet werden sollen, dass man die vorstehenden vier Gleichungen der Reihe nach mit zweckmässig gewählten Factoren multiplicirt und die Producte addirt. Den vier verschiedenen Fällen entsprechend, wird man als Factoren wählen:

$$\left. \begin{array}{c|c|c|c} \text{I} & \text{II} & \text{III} & \text{IV} \\ \hline -\sin \frac{1}{2} (F_n + g_n) & -\cos \frac{1}{2} (F_n + g_n) & -\sin \frac{1}{2} (F_n - g_n) & -\cos \frac{1}{2} (F_n - g_n) \\ -\cos \frac{1}{2} (F_n + g_n) & +\sin \frac{1}{2} (F_n + g_n) & -\cos \frac{1}{2} (F_n - g_n) & +\sin \frac{1}{2} (F_n - g_n) \\ +\sin \frac{1}{2} (F_n - g_n) & +\cos \frac{1}{2} (F_n - g_n) & +\sin \frac{1}{2} (F_n + g_n) & +\cos \frac{1}{2} (F_n + g_n) \\ +\cos \frac{1}{2} (F_n - g_n) & -\sin \frac{1}{2} (F_n - g_n) & +\cos \frac{1}{2} (F_n + g_n) & -\sin \frac{1}{2} (F_n + g_n), \end{array} \right\} 9)$$

in welchen Ausdrücken:

$$\left. \begin{aligned} F_n &= \frac{1}{2} (v_n + v), \\ f_n &= \frac{1}{2} (v_n - v), \\ g_n &= \frac{1}{2} (E_n - E), \end{aligned} \right\} 10)$$

gesetzt ist; überdies soll:

$$G_n = \frac{1}{2} (E_n + E), \quad 11)$$

eingeführt werden. Es ist also:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} E &= \frac{1}{2} G_n - \frac{1}{2} g_n \\ \frac{1}{2} E_n &= \frac{1}{2} G_n + \frac{1}{2} g_n. \end{aligned}$$

Bevor jedoch das Resultat der Transformation angesetzt wird, sind noch zwei Reductionen auszuführen, die im Verlaufe der Rechnungen sich nothwendig erweisen werden. Als Factoren erscheinen nämlich die Grössen:

$$\sqrt{\frac{r_n}{a}} - \sqrt{\frac{r}{a}}, \quad \sqrt{\frac{r_n}{a}} + \sqrt{\frac{r}{a}},$$

welche sich aber durch den bereits (pag. 83) eingeführten Hilfswinkel  $\omega$  in sehr bequeme logarithmische Formen überführen lassen. Setzt man nämlich:

$$\operatorname{tg} (45^\circ + \omega_n) = \sqrt[4]{\frac{r_m}{r_i}}, \quad (12)$$

so wird:

$$\left. \begin{aligned} \sqrt{\frac{r_m}{a}} - \sqrt{\frac{r_i}{a}} &= \sqrt[4]{\frac{r_i r_m}{a a}} \left\{ \sqrt[4]{\frac{r_m}{r_i}} - \sqrt[4]{\frac{r_i}{r_m}} \right\} = \\ &= \sqrt[4]{\frac{r_i r_m}{a a}} \{ \operatorname{tg} (45^\circ + \omega_n) - \cotg (45^\circ + \omega_n) \} = 2 \sqrt[4]{\frac{r_i r_m}{a a}} \operatorname{tg} 2 \omega_n, \\ \sqrt{\frac{r_m}{a}} + \sqrt{\frac{r_i}{a}} &= \sqrt[4]{\frac{r_i r_m}{a a}} \left\{ \sqrt[4]{\frac{r_m}{r_i}} + \sqrt[4]{\frac{r_i}{r_m}} \right\} = \\ &= \sqrt[4]{\frac{r_i r_m}{a a}} \{ \operatorname{tg} (45^\circ + \omega_n) + \cotg (45^\circ + \omega_n) \} = \frac{2}{\cos 2 \omega_n} \sqrt[4]{\frac{r_i r_m}{a a}}. \end{aligned} \right\} (13)$$

Multipliziert man nun die Gleichungen 8) der Reihe nach mit den Factoren der ersten Gruppe in 9), addirt die Resultate und macht von der ersten Relation in 13) Gebrauch, so wird man, unter der Erwägung, dass:

$$\cos \left( \frac{1}{2} F_n - \frac{1}{2} G_n - g_n \right) - \cos \left( \frac{1}{2} F_n - \frac{1}{2} G_n + g_n \right) = 2 \sin \frac{1}{2} (F_n - G_n) \sin g_n,$$

ist, die Gleichung:

$$\cos \frac{1}{2} (f_n + g_n) \operatorname{tg} 2 \omega_n = \cos \frac{1}{2} \varphi \sin g_n \sin \frac{1}{2} (F_n - G_n) \sqrt[4]{\frac{a a}{r_i r_m}},$$

erhalten. Verfährt man ähnlich mit den übrigen Gruppen, so erhält man leicht die folgenden Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \gamma^2 &= \sqrt[4]{\frac{a a}{r_i r_m}} \sin g_n \\ \sin \frac{1}{2} (F_n - G_n) \cos \frac{1}{2} \varphi \gamma^2 &= \cos \frac{1}{2} (f_n + g_n) \operatorname{tg} 2 \omega_n \\ \cos \frac{1}{2} (F_n - G_n) \cos \frac{1}{2} \varphi \gamma^2 &= \sin \frac{1}{2} (f_n + g_n) \sec 2 \omega_n \\ \sin \frac{1}{2} (F_n + G_n) \sin \frac{1}{2} \varphi \gamma^2 &= \cos \frac{1}{2} (f_n - g_n) \operatorname{tg} 2 \omega_n \\ \cos \frac{1}{2} (F_n + G_n) \sin \frac{1}{2} \varphi \gamma^2 &= \sin \frac{1}{2} (f_n - g_n) \sec 2 \omega_n. \end{aligned} \right\} (14)$$

Es ist ersichtlich, dass man aus diesen vier Gleichungen sicher und unzweideutig  $F_n$ ,  $G_n$  und  $\varphi$  bestimmt, denn  $\cos \frac{1}{2} \varphi \gamma^2$  und  $\sin \frac{1}{2} \varphi \gamma^2$  müssen nothwendig positiv sein, so dass die Quadranten, in denen  $\frac{1}{2} (F_n - G_n)$  und  $\frac{1}{2} (F_n + G_n)$  zu nehmen sind, nicht zweifelhaft sein können. Die Division der zweiten Gleichung in die erste führt zur Kenntniss von  $\frac{1}{2} (F_n - G_n)$ , die der vierten in die dritte von  $\frac{1}{2} (F_n + G_n)$ ; dann bestimmt man in bekannter Weise die Ausdrücke:

$$\gamma^2 \cos \frac{1}{2} \varphi \text{ und } \gamma^2 \sin \frac{1}{2} \varphi;$$

deren Division zur Kenntniss des Werthes  $\varphi$  führt. Den Werth für  $\gamma^2$  kann man zweckmässig zur Prüfung der ausgeführten Rechnung verwenden; es ist nach Gleichung 17) (pag. 84):

$$\frac{1}{a} = \left( \frac{2 \tau_n \sin g_n \cos f_n}{\tau_n} \right)^2 r_i r_m;$$

hierbei ist  $\tau_n = k (t_n - t_i)$  angenommen. Aus dieser Relation leitet man ab:

$$\sin g_n \sqrt[4]{\frac{a}{r_i r_m}} = \frac{\tau_n}{2 \tau_n \cos f_n (r_i r_m)^{3/4}}.$$

Auf pag. 83 ist eine Bestimmung der Grösse  $m$  durchgeführt worden, deren man zur Ermittlung von  $\eta''$  und  $g''$  bedurfte; es war daselbst gesetzt worden:

$$m'' = \frac{\tau''^2}{(2 \cos f'' \sqrt{r, r''})^3}.$$

Demnach ist:

$$\gamma^2 = \frac{\sqrt{2 m'' \cos f''}}{\eta''}. \quad 15)$$

Man könnte als Probe auch die Relationen:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v, &= \operatorname{tg} (45^\circ + \frac{1}{2} \varphi) \operatorname{tg} \frac{1}{2} E, \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_{''} &= \operatorname{tg} (45^\circ + \frac{1}{2} \varphi) \operatorname{tg} \frac{1}{2} E_{''}, \end{aligned} \quad 16)$$

benützen. Die grosse Halbachse  $a$  findet sich aus:

$$a = \frac{\gamma^4}{\sin^2 \varphi} \sqrt{r, r''}. \quad 17)$$

oder auch, indem man zuerst den Parameter (vergl. Gleichung 14) pag. 81) nach:

$$p = \left( \frac{\eta'' r, r'' \sin 2 f''}{\tau''} \right)^2, \quad 18)$$

bestimmt:

$$a = \frac{p}{\cos^2 \varphi}. \quad 19)$$

Aus  $a$  findet sich die bezügliche mittlere siderische Bewegung  $\mu$  durch:

$$\mu = \frac{k}{a^{3/2}}, \quad \log k = 3.550 \ 0066, \quad 20)$$

$\log k$  ist so angesetzt, dass  $\mu$  in Bogensekunden erhalten wird. Hier wird abermals eine Prüfung erhalten werden können; für die mittleren Anomalien  $M,$  und  $M_{''}$  erhält man:

$$\left. \begin{aligned} e'' &= \frac{\sin \varphi}{\operatorname{arc} 1''} \\ M, &= E, - e'' \sin E, \\ M_{''} &= E_{''} - e'' \sin E_{''}. \end{aligned} \right\} \quad 21)$$

Es wird auch sein müssen:

$$\mu = \frac{M_{''} - M,}{t_{''} - t,}. \quad 22)$$

Es sind demnach die Elemente: die mittlere Anomalie zur Zeit einer Epoche, die Excentricität und die mittlere tägliche siderische Bewegung bekannt,  $\Omega$  und  $i$ , sowie  $u,$  und  $u_{''}$  wurden durch die Formeln des vorangehenden Kapitels gefunden, das sechste und letzte Element, nämlich den Abstand des Perihels vom Knoten  $\omega$  oder die Länge des Perihels  $\pi$  wird man erhalten durch:

$$\left. \begin{aligned} \omega &= u, - v, = u_{''} - v_{''} \\ \pi &= \Omega + \omega. \end{aligned} \right\} \quad 23)$$

Beispiele für die Anwendung der vorstehenden Formeln werden bei der Bahnbestimmung selbst gegeben werden.

β) *Bahnen von nahezu parabolischer Gestalt.*

Für die folgende Entwicklung können wie oben:

$$w_n = \sin \frac{1}{2} g_n^2 \text{ und } \eta_n,$$

als gegeben vorausgesetzt werden. Bestimmt man aus  $\sin \frac{1}{2} g_n^2$  den Werth  $\cos g_n$ , indem man:

$$\cos g_n^2 = 1 - \sin g_n^2 = 1 - 4 \sin \frac{1}{2} g_n^2 \cos \frac{1}{2} g_n^2,$$

setzt und hieraus:

$$\cos g_n = \sqrt{1 - 4 w_n (1 - w_n)}, \quad 24)$$

ableitet, so gibt die Gleichung 16) pag. 83, wenn der Kürze halber:

$$z = a \sin g_n^2, \quad 25)$$

somit eine Grösse, die unter allen Umständen positiv ist, eingeführt wird, die Relation:

$$2z = r + r_m - 2 \cos g_n \cos f_n \sqrt{r r_m}. \quad 26)$$

Mit Hilfe der Grösse  $z$  wird sich der Parameter  $p$  leicht bestimmen lassen. Bildet man in den Gleichungen 8) pag. 104 das Product der ersten und vierten Gleichung und subtrahirt hiervon das Product der zweiten und dritten, so findet sich:

$$a \sin g_n \sqrt{1 - e^2} = \sqrt{r r_m} \sin f_n = \sin g_n \sqrt{a p},$$

woraus mit Rücksicht auf 25) folgt:

$$p = \frac{r r_m \sin^2 f_n}{z}. \quad 27)$$

Als Controle findet sich aber auch nach Gleichung 18) (pag. 106):

$$p = \left( \frac{\eta_n r r_m \sin 2 f_n}{r_n} \right)^2. \quad 28)$$

Die folgenden zur Ermittlung der Elemente nöthigen Entwicklungen sind im zweiten Bande pag. 477 ff. aufgenommen; um jedoch alles Zusammengehörige vereinigt vorzuführen, sollen dieselben auch hier behandelt werden.

Nach der bekannten Polargleichung der Kegelschnitte ist:

$$\frac{1}{r} = \frac{1 + e \cos v}{p}, \quad \frac{1}{r_m} = \frac{1 + e \cos v_m}{p}; \quad 29)$$

setzt man wieder wie oben:

$$F_n = \frac{1}{2} (v + v_m),$$

so erhält man durch Addition und Subtraction der Gleichungen 29):

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{r} - \frac{1}{r_m} &= \frac{2e}{p} \sin f_n \sin F_n \\ \frac{1}{r} + \frac{1}{r_m} &= \frac{2}{p} + \frac{2e}{p} \cos f_n \cos F_n \end{aligned} \right\} \quad 30)$$

Ersetzt man den Parameter in der ersten Gleichung durch die Relation 27) so findet sich:

$$2ez \sin F_n = (r_m - r) \sin f_n.$$

Multipliziert man die zweite Gleichung in 30) beiderseits mit  $\sin f_n$ , ersetzt im

letzten Gliede  $\cos f_n^2$  durch  $1 - \sin f_n^2$  und führt in demselben für  $\sin f_n^2: p$  den Werth nach 27) ein, so findet sich:

$$2ez \cos F_n = - (r_n + r_m) \cos f_n + \frac{2(\cos f_n + e \cos F_n)}{p} r_n r_m. \quad 31)$$

Nun ist aber nach der Gleichung 8):

$$\cos f_n + e \cos F_n = \frac{p}{\sqrt{r_n r_m}} \cos g_n,$$

somit:

$$2ez \cos F_n = 2 \cos g_n \sqrt{r_n r_m} - (r_n + r_m) \cos f_n. \quad 32)$$

Man hat demnach zur Berechnung von  $F$  und  $zez$  die Gleichungen 31) und 32) zu benützen; da  $zez$  stets positiv ist, so kann in Bezug auf die Wahl des Quadranten für  $F$  niemals eine Unbestimmtheit eintreten. Sind  $F$  und  $e$  gegeben, so berechnet man weiter:

$$\left. \begin{aligned} v_n &= F_n - f_n & v_m &= F_n + f_n \\ \pi &= u_n + \Omega - v_n & \pi &= u_m + \Omega - v_m \\ q &= \frac{p}{1+e}, \end{aligned} \right\} \quad 33)$$

und hat somit die Elemente: Excentricität  $e$ , Perihelabstand  $q$ , Länge des Perihels  $\pi$  und durch die Rechnungen des vorangehenden Kapitels  $\Omega$  und  $i$  gegeben. Die Zeit der Perihelpassage  $T$  findet sich aus  $v_n$  und  $v_m$  nach den oben (pag. 75) bereits mitgetheilten Formeln; man wird zu diesem Ende für jede der beiden Anomalien  $v_n$  und  $v_m$

$$\theta = \frac{1-e}{1+e} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2 \quad 34)$$

berechnen und mit demselben als Argument aus der Tafel XVIII des zweiten Bandes  $\log P_1$  und  $\log P_3$  entnehmen; dann ist

$$T = t - \frac{q^{3/2}}{\sqrt{1+e}} \{ P_1 \operatorname{tg} \frac{1}{2} v + P_3 \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3 \}. \quad 35)$$

Aus  $v_n$  und  $v_m$  wird für  $T$  je ein Werth erhalten; die Übereinstimmung beider innerhalb der Unsicherheit der logarithmischen Rechnung wird eine gute Prüfung für die Richtigkeit der gefundenen Zahlen abgeben. Ein ausführliches Beispiel hierzu findet man unten bei der Durchführung der Bahnbestimmung des Kometen I, 1866.

Man kann übrigens zur Bestimmung von  $e$  und  $v$ , sich auch anderer sehr einfach abzuleitender Formeln bedienen, welche in der Anwendung kaum weniger bequem sind als die oben mitgetheilten. Die Polargleichung der Kegelschnitte gibt sofort die Relationen:

$$e \cos v_n = \frac{p}{r_n} - 1, \quad e \cos v_m = \frac{p}{r_m} - 1;$$

setzt man nun:

$$v_m = v_n + 2 f_n,$$

so findet sich zur Bestimmung von  $e$  und  $v$ , aus diesen beiden Gleichungen leicht:

$$\left. \begin{aligned} e \sin v_n &= \left( \frac{p}{r_n} - 1 \right) \cotg 2 f_n - \left( \frac{p}{r_m} - 1 \right) \operatorname{cosec} 2 f_n \\ e \cos v_n &= \frac{p}{r_n} - 1. \end{aligned} \right\} \quad 36)$$

*γ. Parabolische Bahnen.*

Für die Bestimmung parabolischer Bahnelemente hat man in den vorstehenden Formeln überall  $g = 0$  zu setzen; die Bestimmung von  $\eta_n$  und  $g_n$  nach den Formeln des obigen Kapitels b. pag. 81 ist daher nicht nöthig. Die Formeln 31) und 32) werden für diesen Fall ergeben:

$$\left. \begin{aligned} 2z \sin F_n &= (r_m - r_n) \sin f_n \\ 2z \cos F_n &= 2\sqrt{r_n r_m} - (r_n + r_m) \cos f_n \\ q &= \frac{r_n r_m \sin f_n^2}{2z} \end{aligned} \right\} \quad 37)$$

In diesen Formeln ist  $2z$  stets positiv, also die Bestimmung des Quadranten von  $F_n$  unzweifelhaft. Zur Controle kann entweder  $2z$  nach 26) berechnet werden, nämlich:

$$2z = (r_n + r_m) - 2 \cos f_n \sqrt{r_n r_m}, \quad 38)$$

oder man bestimmt den Perihelabstand  $q$  mittelst der Formeln (vergl. pag. 93):

$$\left. \begin{aligned} \sin \gamma &= \frac{s}{r_n + r_m} \\ \eta_n &= \frac{1 + 2 \sec \gamma}{3} \\ 2q &= \left( \frac{\eta_n r_n r_m \sin 2f_n}{r_n} \right)^2 \end{aligned} \right\} \quad 39)$$

was, da die Sehne  $s$  durch vorangegangene Rechnung gegeben ist, als eine ebenfalls durchgreifende Prüfung erscheint.

Aus  $F_n$  bestimmt man:

$$v_n = F_n - f_n, \quad v_m = F_n + f_n, \quad 40)$$

und wird die Zeit der Perihelpassage mit Hilfe der Barker'schen Tafel (vergl. pag. 59) leicht nach:

$$T = t - M, q^{3/2} = t_m - M_m q^{3/2} \quad 41)$$

finden, wobei die Übereinstimmung der Werthe eine gute Controle für die Rechnung abgibt, die dem Wesen nach schon durch die Prüfungsgleichungen 39) ausgedrückt ist.

Die Bestimmung von  $q$  und  $v$  kann leicht in noch anderer Weise vorgenommen werden, wodurch sich die Rechnung fast noch bequemer gestaltet. Die beiden Gleichungen:

$$\frac{\cos \frac{1}{2} v_n}{\sqrt{q}} = \frac{1}{\sqrt{r_n}}, \quad \frac{\cos \frac{1}{2} v_m}{\sqrt{q}} = \frac{1}{\sqrt{r_m}},$$

geben, wenn man:

$$\frac{1}{2} v_m = \frac{1}{2} v_n + f_n,$$

einführt, sofort:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{q}} \sin \frac{1}{2} v_n &= \frac{\cotg f_n}{\sqrt{r_n}} - \frac{\operatorname{cosec} f_n}{\sqrt{r_m}} \\ \frac{1}{\sqrt{q}} \cos \frac{1}{2} v_n &= \frac{1}{\sqrt{r_n}} \end{aligned} \right\} \quad 42)$$

#### 4. Aberration.

Die Erscheinungen der Aberration erklären sich aus dem Umstande, dass die Geschwindigkeit des Lichtes im Verhältnisse zu jener der Bewegung der Himmelskörper nicht unendlich gross ist. Diese Thatsache veranlasst zwei wesentlich verschiedene Phänomene. Vorerst wird ein Beobachter, der auf der Erde alle Bewegungen gemeinschaftlich mit dieser ausführen muss, den Lichtstrahl nicht in seiner wahren Richtung erkennen, weil die beobachtete Richtung durch die relative Bewegung des Lichtstrahles gegen den Beobachter bedingt ist; die durch diese relative Bewegung veranlasste scheinbare Änderung der Richtung des Lichtstrahles bezeichnet man mit dem Namen der Fixsternaberration, zum Unterschiede von dem zweiten Erscheinungs-complexe, der dadurch verursacht wird, dass man den Körper nicht an der Stelle sieht, an welcher er sich zur Zeit der Beobachtung befindet, sondern an einer Stelle, wo er sich befand, als die wahrgenommenen Lichtwellen von demselben ausgingen; man nennt dies die Planeten-Aberration.

Es sollen beide Arten der Aberration gesondert behandelt werden.

##### a. Fixsternaberration.

Die Fixsternaberration ist, wie erwähnt, wesentlich durch die Bewegung bedingt, welche der Beobachter gemeinsam mit der Erde macht; diese ist der Hauptsache nach eine dreifache: 1) die Bewegung der Erde um ihre Achse, 2) um die Sonne und endlich 3) die Bewegung der Erde mit der Sonne; letztere Bewegung muss, als zu wenig erforscht, ausser Acht gelassen werden, wird aber den Ort eines Fixsternes nur um eine constante Grösse beeinflussen. Den mit der Aberration behafteten Ort nennt man den scheinbaren Ort, während die von Aberration befreite Position als die wahre bezeichnet wird.

Stellen  $\frac{dx}{dt}$ ,  $\frac{dy}{dt}$  und  $\frac{dz}{dt}$  die nach den rechtwinkligen Coordinaten zerlegten Geschwindigkeiten vor, mit denen der Beobachtungsort sich im Raume fortbewegt,  $\mu$  den Weg, den das Licht in der Zeiteinheit zurücklegt und  $\alpha$  und  $\delta$  die zugehörigen polaren Coordinaten, welche die Richtung des Lichtstrahles bestimmen, so sind, da der Lichtstrahl in dem zur Fortpflanzungsrichtung entgegengesetzten Sinne wahrgenommen wird, die Coordinaten eines Punktes in der Entfernung  $\mu$ :

$$\begin{aligned}\xi &= -\mu \cos \delta \cos \alpha \\ \eta &= -\mu \cos \delta \sin \alpha \\ \zeta &= -\mu \sin \delta.\end{aligned}$$

Bezeichnet man nun die durch die Aberration veränderten Werthe mit Accenten, so wird sein:

$$\begin{aligned}\xi' &= -\mu' \cos \delta' \cos \alpha' \\ \eta' &= -\mu' \cos \delta' \sin \alpha' \\ \zeta' &= -\mu' \sin \delta',\end{aligned}$$



oder nach dem Princip der relativen Bewegung:

$$\begin{aligned}\mu' \cos \delta' \cos \alpha' &= \mu \cos \delta \cos \alpha + \frac{dx}{dt} \\ \mu' \cos \delta' \sin \alpha' &= \mu \cos \delta \sin \alpha + \frac{dy}{dt} \\ \mu' \sin \delta' &= \mu \sin \delta + \frac{dz}{dt}.\end{aligned}$$

Es sind aber, wie auf pag. 33 nachgewiesen wurde, die Änderungen der polaren Coordinaten durch diejenigen der rechtwinkligen nach den folgenden Gleichungen bestimmt, welche übrigens dem vorliegenden Falle angepasst sind:

$$\left. \begin{aligned}d\alpha &= \alpha' - \alpha = -\frac{\sin \alpha \sec \delta}{\mu} \frac{dx}{dt} + \frac{\cos \alpha \sec \delta}{\mu} \frac{dy}{dt} \\ d\delta &= \delta' - \delta = -\frac{\cos \alpha \sin \delta}{\mu} \frac{dx}{dt} - \frac{\sin \alpha \sin \delta}{\mu} \frac{dy}{dt} + \frac{\cos \delta}{\mu} \frac{dz}{dt}.\end{aligned} \right\} 1)$$

Hieraus ergeben sich, sobald die Ausdrücke  $\frac{dx}{dt}$ ,  $\frac{dy}{dt}$  und  $\frac{dz}{dt}$  bekannt sind, unmittelbar die Werthe für die Aberration.

Setzt man für diese Differentiale die durch die tägliche Bewegung der Erde um ihre Achse bewirkten Änderungen ein, so erhält man nach den obigen Formeln die Wirkung der täglichen Aberration auf den Ort der Gestirne. Führt man dagegen in denselben die Bewegung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne ein, so erhält man durch die obigen Gleichungen den Betrag der jährlichen Aberration.

#### *α. Die tägliche Aberration.*

Wiewohl bei Bahnbestimmungen die Beobachtungen niemals wegen der täglichen Aberration zu corrigiren sind, so soll dieselbe doch der Vollständigkeit halber hier in Betracht gezogen werden. Nimmt man den Äquator als Fundamentalebene an, ist  $h$  der Abstand des Beobachtungsortes vom Erdmittelpunkte,  $\varphi'$  die geocentrische Polhöhe,  $\theta$  die Ortssternzeit, so sind die Coordinaten des Beobachtungsortes und deren Differentiale nach der Zeit bestimmt durch:

$$\begin{aligned}x &= h \cos \varphi' \cos \theta, & \frac{dx}{dt} &= -h \cos \varphi' \sin \theta \frac{d\theta}{dt} \\ y &= h \cos \varphi' \sin \theta, & \frac{dy}{dt} &= h \sin \varphi' \cos \theta \frac{d\theta}{dt} \\ z &= h \sin \varphi', & \frac{dz}{dt} &= 0.\end{aligned}$$

Setzt man diese Werthe in die obigen Formeln ein und der Kürze halber:

$$c = \frac{h}{\mu} \frac{d\theta}{dt}, \quad 2)$$

so wird die durch die tägliche Aberration bewirkte Änderung des Ortes des Himmelskörpers, wenn  $c$  durch den numerischen Werth ausgedrückt wird, sein:

$$\left. \begin{aligned}\alpha' - \alpha &= 0''322 \cos \varphi \cos (\theta - \alpha) \sec \delta \\ \delta' - \delta &= 0''322 \cos \varphi \sin (\theta - \alpha) \sin \delta.\end{aligned} \right\} 3)$$

Über den numerischen Werth der Constante  $c$  wäre folgendes zu erwähnen: Nach Nyrén (vergl. pag. 114) legt das Licht die Wegeinheit (Erdbahnhalbmesser) in 498<sup>s</sup>65

zurück, demnach ist in den obigen Formeln für  $h$  eigentlich  $h \sin \pi$  einzusetzen, wobei dann  $h$  der Einheit gleich angenommen ist, da in der That das Produkt der Abplattung in die tägliche Aberration übergangen werden kann. Der numerische Werth von  $\frac{d\theta}{dt}$  ist bereits oben (pag. 25) als Factor  $f$  angegeben worden. Setzt man für die Sonnenparallaxe den Newcomb'schen Werth, so ist:

$$c = 498^s65 \times \sin 8''848 \times f \times 15.$$

Die Multiplication mit 15 erklärt sich daraus, dass als Zeiteinheit die Zeitsekunde oder 15 Bogensekunden angenommen werden.

### *β. Die jährliche Aberration.*

Nimmt man den Äquator als Fundamentalebene an, so sind, wenn man mit  $\odot$  die Sonnenlänge, mit  $R$  die Entfernung der Sonne von der Erde und mit  $\varepsilon$  die Schiefe der Ekliptik bezeichnet, die rechtwinkligen heliocentrischen Coordinaten der Erde mit Vernachlässigung der Sonnenbreiten:

$$\begin{aligned} x &= -R \cos \odot \\ y &= -R \sin \odot \cos \varepsilon \\ z &= -R \sin \odot \sin \varepsilon. \end{aligned}$$

Würde man die Ekliptik als Fundamentalebene annehmen, so wäre  $\varepsilon$  der Null gleich zu setzen, von welcher Bemerkung bei Ableitung der Formel 20) (pag. 120) Gebrauch gemacht wird.

Nennt man  $v$  die wahre Anomalie der Sonne,  $\pi'$  die Länge des Perigäums, die als Constante vorausgesetzt wird, so ist, da die Sonnenbreite = 0 angenommen wird:

$$\begin{aligned} \odot &= \pi' + v \\ \frac{d\odot}{dt} &= \frac{dv}{dt}, \end{aligned}$$

und demnach:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -\cos \odot \frac{dR}{dt} + R \sin \odot \frac{dv}{dt} \\ \frac{dy}{dt} &= -\sin \odot \cos \varepsilon \frac{dR}{dt} - R \cos \odot \cos \varepsilon \frac{dv}{dt} \\ \frac{dz}{dt} &= -\sin \odot \sin \varepsilon \frac{dR}{dt} - R \cos \odot \sin \varepsilon \frac{dv}{dt}. \end{aligned} \right\} 4)$$

Um nun  $\frac{dR}{dt}$  und  $\frac{dv}{dt}$  von der grossen Achse der Erdbahn oder vielmehr von ihrer täglichen mittlern siderischen Bewegung und dem Orte in der Bahn abhängig zu machen, müssen  $dv$  und  $dR$  als Functionen von  $dM$  dargestellt werden. Die bekannte Gleichung:

$$r^2 dv = k \sqrt{1+m} \sqrt{p} dt,$$

gibt in Verbindung mit dem Differentiationsresultate der Gleichung:

$$M = M_0 + \mu t = M_0 + \frac{k \sqrt{1+m}}{a^{3/2}} t,$$

die Relation:

$$dv = \frac{a^2 \cos \varphi}{r^2} dM. \quad 5)$$

Die Differentiation von:

$$r = \frac{p}{1 + e \cos v},$$

lässt finden:

$$dr = \frac{r^2}{p} e \sin v dv = a \operatorname{tg} \varphi \sin v dM. \quad 6)$$

Die Formeln 5) und 6) für den vorliegenden Fall ( $a = 1$ ) übertragen, ergeben:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dv}{dt} &= \frac{\cos \varphi}{R^2} \frac{dM}{dt} \\ \frac{dR}{dt} &= \operatorname{tg} \varphi \sin v \frac{dM}{dt} \end{aligned} \right\} \quad 7)$$

Setzt man die eben gefundenen Ausdrücke in die früher aufgestellten Relationen 4) ein und bedenkt, dass nach:

$$R = \frac{p}{1 + e \cos v},$$

sich leicht findet:

$$\frac{\cos \varphi^2}{R} = 1 + \sin \varphi \cos v,$$

so wird man für die Geschwindigkeiten haben:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \frac{1}{\cos \varphi} \frac{dM}{dt} \{\sin \odot + \sin \varphi \sin \pi'\} \\ \frac{dy}{dt} &= -\frac{1}{\cos \varphi} \frac{dM}{dt} \cos \varepsilon \{\cos \odot + \sin \varphi \cos \pi'\} \\ \frac{dz}{dt} &= -\frac{1}{\cos \varphi} \frac{dM}{dt} \sin \varepsilon \{\cos \odot + \sin \varphi \cos \pi'\}. \end{aligned}$$

Diese Werthe sind nun in die Gleichungen 1) (pag. 111) einzusetzen, da aber diese als gemeinschaftlichen Factor  $\frac{1}{\mu}$  enthalten, so kann man mit letzterem auch die übrigen als gemeinschaftliche Factoren auftretenden Grössen zweckmässig vereinigen; setzt man noch zur Abkürzung:

$$\nu = \frac{1}{\mu \cos \varphi} \frac{dM}{dt},$$

so erhält man:

$$\left. \begin{aligned} \alpha' - \alpha &= -\nu \{\sin \odot \sin \alpha + \cos \odot \cos \alpha \cos \varepsilon\} \sec \delta \\ &\quad - \sin \varphi \nu \{\sin \pi' \sin \alpha + \cos \pi' \cos \alpha \cos \varepsilon\} \sec \delta \\ \delta' - \delta &= \nu \{\cos \odot (\sin \alpha \sin \delta \cos \varepsilon - \cos \delta \sin \varepsilon) - \sin \odot \cos \alpha \sin \delta\} \\ &\quad + \sin \varphi \nu \{\cos \pi' (\sin \alpha \sin \delta \cos \varepsilon - \cos \delta \sin \varepsilon) - \sin \pi' \cos \alpha \sin \delta\}. \end{aligned} \right\} \quad 8)$$

Die Grösse  $\nu$  kann auf zweifache Weise ermittelt werden, entweder durch geeignete Beobachtungen der Fixsterne, wodurch dieselbe unmittelbar bekannt wird, oder durch directe Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit  $\mu$  in Verbindung mit den bekannten Bahnelementen der Erde.

Nyrén (Die Polhöhe von Pulkowa. Mémoires de l'acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg) hat durch sorgfältige Discussion mehrerer Beobachtungsreihen, die wohl zu den genauesten bisher angestellten gezählt werden müssen,

$$\nu = 20''.481 \pm 0''.008$$

gefunden. Um aus diesem Werthe  $\mu$  berechnen zu können, entlehne ich aus Le-Verrier's Sonnentafeln:

die mittlere tägliche siderische Bewegung der Erde =  $59'8''193$

die Excentricität der Erdbahn in Bogenmass:  $\frac{e}{\text{arc } 1''} = 3459''28$ .

Danach findet sich die Zeit (in Sekunden), welche das Licht braucht, um die Entfernung 1 zu durchheilen:

$$\text{Lichtzeit} = \nu \frac{\cos \varphi}{dM} 86400 = 498^s65.$$

Diese letztere Zahl wäre noch um  $0^s14$  zu vermindern, wenn man auf die Verzögerung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in unserer Atmosphäre Rücksicht nehmen wollte; diese die Beobachtungen nicht merklich beeinflussende Correction werde ich in der Folge nicht weiter beachten.

Delambre hat nach der zweiten Methode direct die Lichtzeit aus den Verfinsterungen der Jupitersatelliten berechnet und für dieselbe  $493^s15$  gefunden, während Glasenapp aus neueren Beobachtungen den wesentlich abweichenden Werth  $500^s8^*$  erhält. Es ist sehr schwer, die gegenseitige Genauigkeit dieser beiden Resultate abzuwägen, da die wahrscheinliche Unsicherheit, die dem Delambre'schen Werthe anhaftet, nicht bekannt ist; doch wird man gewiss nicht fehl gehen, wenn man dem Glasenapp'schen den Vorzug gibt und demselben das doppelte Gewicht ertheilt; dann findet sich die Lichtzeit aus beiden Angaben:

$$\text{Lichtzeit (aus Jupitersatellitenverfinsterungen)} = 498^s25,$$

mit der aus der Aberrationsconstante abgeleiteten gut übereinstimmend. Doch wird man dem früher angegebenen Werthe  $498^s65$  den Vorzug geben, da derselbe aus wesentlich genaueren Beobachtungen abgeleitet wurde, und der hier und da gemachte Einwurf, dass die durch obige Formel hergestellte Verbindung der Aberrationsconstante und der Lichtzeit nicht hinlänglich begründet sei, hinfällig ist. Aus dem obigen Mittelwerthe für die Lichtzeit würde für die Aberrationsconstante der Werth  $20''465$  resultiren; doch ist diese nahe Übereinstimmung mit dem Nyrén'schen Werthe nur zufällig, eine wesentlich andere Gewichtsvertheilung zwischen dem Delambre'schen und Glasenapp'schen Werthe würde dieselbe sofort minder günstig gestalten.

Der constante Factor  $\nu \sin \varphi$  findet sich aus den obigen Angaben unter Annahme des Werthes von Nyrén:

$$\nu \sin \varphi = 0''343.$$

Wie man sieht, ist der Coëfficient  $\nu \sin \varphi$  sehr klein und wird gewöhnlich in den Aberrationsformeln ganz weggelassen, was bei Fixsternen mit um so grösserer Berechtigung geschehen kann, als für einen bestimmten Stern (wofern man von den kleinen Veränderungen absieht, welche die Grössen  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\varepsilon$  und  $\pi'$  mit der Zeit erfahren, und die übrigens nur unmerkliche Glieder zweiter Ordnung veranlassen)

\*) Diese Zahl ist Gill's Mittheilung über die Marsparallaxe (Monthly notices Vol. XII, pag. 324) entlehnt; Winnecke theilt mir aus Glasenapp's Magisterschrift die Zahl  $497^s46 \pm 1.08$ , die aber nach demselben auf  $497^s44$  richtig zu stellen ist.

dieses zweite Glied der Aberration constant wird, also dem Orte desselben anhaftet; will man aber einen gegebenen Ort vollständig von der Aberration befreien, wie dies z. B. bei Bahnbestimmungen gefordert wird, so wäre dieses zweite Glied zu berücksichtigen; doch ist dasselbe so klein, dass man es wol auch ganz übergehen kann.

Die Berechnung des ersten Gliedes der Aberration nach den Formeln 8) (pag. 113) wird durch die Hilfsmittel, welche die Ephemeridensammlungen gewähren, wesentlich erleichtert. Setzt man nämlich:

$$\left. \begin{aligned} -\nu \cos \odot \cos \varepsilon &= h \sin H = C \\ -\nu \sin \odot &= h \cos H = D \\ h \sin H \operatorname{tg} \varepsilon &= i, \end{aligned} \right\} 9)$$

so kann man den ersten Theil der Aberration berechnen nach:

$$\left. \begin{aligned} (\alpha' - \alpha)_I &= h \sin (H + \alpha) \sec \delta &= cC + dD \\ (\delta' - \delta)_I &= h \cos (H + \alpha) \sin \delta + i \cos \delta = c'C + d'D \\ c &= \cos \alpha \sec \delta &c' = \cos \delta \operatorname{tg} \varepsilon - \sin \delta \sin \alpha \\ d &= \sin \alpha \sec \delta &d' = \sin \delta \cos \alpha. \end{aligned} \right\} 10)$$

Die Hilfsgrößen  $h$ ,  $H$  und  $i$  einerseits und die Größen  $C$  und  $D$  andererseits sind nur von der Zeit abhängig, können daher leicht mit diesem Argument in die Ephemeriden aufgenommen werden und finden sich auch in denselben mitgetheilt; die ersteren wird man mit Vorthail benützen, wenn die Aberration für einen oder wenige Orte berechnet werden soll; hat man aber für einen gegebenen Stern, für den die Größen  $c$ ,  $d$ ,  $c'$  und  $d'$  constant sind, eine Ephemeride zu berechnen, so wird es wesentlich bequemer sein, die Hilfsgrößen  $C$  und  $D$  zu benützen.

Will man aber den vollständigen Ausdruck für die Aberration berechnen, so bedürfen die Gleichungen 10) noch der Hinzufügung der zweiten Glieder der Aberration. Setzt man nämlich:

$$\left. \begin{aligned} -\nu \sin \varphi \cos \pi' \cos \varepsilon &= h_0 \sin H_0 = C_0 \\ -\nu \sin \varphi \sin \pi' &= h_0 \cos H_0 = D_0 \\ -\nu \sin \varphi \cos \pi' \sin \varepsilon &= i_0, \end{aligned} \right\} 11)$$

so wird für den zweiten Theil der Aberration resultiren:

$$\left. \begin{aligned} (\alpha' - \alpha)_{II} &= h_0 \sin (H_0 + \alpha) \sec \delta &= c C_0 + d D_0 \\ (\delta' - \delta)_{II} &= h_0 \cos (H_0 + \alpha) \sin \delta + i_0 \cos \delta = c' C_0 + d' D_0. \end{aligned} \right\} 12a)$$

Nimmt man nach Le-Verrier für die durch die Aberration verminderte Länge des Perigäums der Sonne den Werth:

$$\pi' = 280^\circ 21' 21'' + 61'' 70 (t_0 - 1850),$$

an, so wird in den Formeln 12 a) einzuführen sein:

$$\left. \begin{array}{cccccc} \log h_0 & H_0 & i_0 & \log C_0 & \log D_0 & \\ 1800 & 9.534 & 351.03 & - 0'' 022 & 8_n 715 & 9.529 \\ 1850 & 9.534 & 350.5 & - 0.024 & 8_n 753 & 9.528 \\ 1900 & 9.534 & 349.7 & - 0.026 & 8_n 787 & 9.527. \end{array} \right\} 12b)$$

Es lässt sich aber auch, ohne die Rechnung der Aberration irgendwie zu compliciren, der vollständige Einfluss derselben berechnen und muss als besonders wünschenswerth bezeichnet werden, dass dem entsprechend die Angaben der Ephemeriden in Zukunft abgeändert würden\*). Setzt man nämlich unmittelbar:

$$\left. \begin{aligned} -\nu \{\cos \odot + \sin \varphi \cos \pi'\} \cos \varepsilon &= h \sin H = C \\ -\nu \{\sin \odot + \sin \varphi \sin \pi'\} &= h \cos H = D \\ -\nu \{\cos \odot + \sin \varphi \cos \pi'\} \sin \varepsilon &= i, \end{aligned} \right\} 13)$$

in welchen Gleichungen aber die Hilfsgrößen  $h$ ,  $H$ ,  $i$ ,  $C$  und  $D$  eine gegen früher abgeänderte Bedeutung haben, so ist der vollständige Ausdruck der Aberration:

$$\left. \begin{aligned} (\alpha' - \alpha) &= h \sin (H + \alpha) \sec \delta &= cC + dD \\ (\delta' - \delta) &= h \cos (H + \alpha) \sin \delta + i \cos \delta &= c'C + d'D. \end{aligned} \right\} 14)$$

Die Grössen  $h$ ,  $H$ ,  $i$ ,  $C$  und  $D$  können leicht in Tafeln gebracht werden, die weiter unten ausführlich zur Erläuterung kommen werden; hier sollen vorerst jene Transformationen angeführt werden, deren man sich bedienen kann, um diese Hilfsgrößen ausschliesslich von einer mit der Zeit proportional veränderlichen Grösse, nämlich der mittleren Länge der Sonne, welche später als Argument I eingeführt wird, abhängig zu machen. Die wahre Länge der Sonne  $\odot$ , die Excentricität  $e = \sin \varphi$ , die Länge des Perigäums  $\pi'$  und die Schiefe der Ekliptik  $\varepsilon$ , sind mit Rücksicht auf die ersten Potenzen der Veränderungen der letzteren drei Grössen mit der Zeit und von den Störungen, deren Produkte in die Aberration unmerklich sind, abgesehen, in Le-Verrier's Sonnentafeln auf die Form:

$$\left. \begin{aligned} I &= L_0 + L_1 t + L_2 t^2 \\ e &= e_0 + e_1 t \\ \pi' &= \pi'_0 + \pi'_1 t \\ \varepsilon &= \varepsilon_0 + \varepsilon_1 t \\ \odot &= I + (f_1 + f'_1 t) \sin (I - \pi') + (f_2 + f'_2 t) \sin 2 (I - \pi') \\ &\quad + (f_3 + f'_3 t) \sin 3 (I - \pi') + \dots, \end{aligned} \right\} 15)$$

gebracht, wobei die Indices von  $f$  den Hinweis auf die Potenz von  $e$  enthalten; es soll nirgend über Grössen dritter Ordnung der Excentricität hinausgegangen werden. Setzt man:

$$\odot = I + F = I + F_1 \sin (I - \pi') + F_2 \sin 2 (I - \pi') + F_3 \sin 3 (I - \pi'),$$

$$\text{so wird:} \quad \left. \begin{aligned} \cos \odot &= \cos I (1 - \frac{1}{2} F^2) - \sin I (F - \frac{1}{6} F^3) \\ \sin \odot &= \sin I (1 - \frac{1}{2} F^2) + \cos I (F - \frac{1}{6} F^3). \end{aligned} \right\} 16)$$

Erinnert man sich der bekannten Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \sin a \sin b &= \frac{1}{2} \cos (a - b) - \frac{1}{2} \cos (a + b) \\ \sin a \cos b &= \frac{1}{2} \sin (a + b) + \frac{1}{2} \sin (a - b) \\ \cos a \sin b &= \frac{1}{2} \sin (a + b) - \frac{1}{2} \sin (a - b) \\ \cos a \cos b &= \frac{1}{2} \cos (a + b) + \frac{1}{2} \cos (a - b), \end{aligned} \right\} 17)$$

\*) Das gegen diese Abänderung zu erhebende Bedenken, dass die vorhandenen Sternkataloge in ihren Positionen bereits das dem Wesen nach constante Glied enthielten, ist nicht wesentlich, indem, falls man darauf Rücksicht nehmen wollte, dies leicht mit Hinzusiehung einer Tafel bei der Reduction auf ein bestimmtes System, von dem später die Rede sein wird, ohne wesentliche Mehrarbeit geleistet werden kann.

von denen in der Folge mehrfach Gebrauch gemacht wird, so wird zunächst:

$$F^2 = \frac{1}{4} F_1^2 + F_1 F_2 \cos (I - \pi') - \frac{1}{4} F_1^2 \cos 2 (I - \pi') - F_1 F_2 \cos 3 (I - \pi')$$

$$F^3 = \frac{3}{4} F_1^3 \sin (I - \pi') - \frac{1}{4} F_1^3 \sin 3 (I - \pi'),$$

oder:

$$\cos \odot = \left. \begin{aligned} & (1 - \frac{1}{4} F_1^2) \cos I - (\frac{1}{4} F_1 + \frac{1}{4} F_1 F_2 - \frac{1}{16} F_1^3) \cos \pi' \\ & + \{\frac{1}{4} F_1 - \frac{1}{4} F_1 F_2 - \frac{1}{16} F_1^3\} \cos (2 I - \pi') + \{\frac{1}{4} F_2 + \frac{1}{8} F_1^2\} \cos (3 I - 2 \pi') \\ & - \{\frac{1}{4} F_2 - \frac{1}{8} F_1^2\} \cos (2 \pi' - I) + \{\frac{1}{4} F_1 F_2 + \frac{1}{16} F_1^3 + \frac{1}{4} F_3\} \cos (4 I - 3 \pi') \\ & + \{\frac{1}{4} F_1 F_2 - \frac{1}{16} F_1^3 - \frac{1}{4} F_3\} \cos (3 \pi' - 2 I). \end{aligned} \right\} 18)$$

Für  $\sin \odot$  findet man ganz denselben Ausdruck, nur ist überall statt der Cosinusfunction die Sinusfunction einzusetzen.

Entwickelt man nun nach Potenzen der Zeit, so findet sich leicht, wenn man die Glieder zweiter Ordnung fortlässt:

$$\begin{aligned} \cos \odot = & \{1 - \frac{1}{4} f_1^2 - \frac{1}{2} f_1 f_1' t\} \cos I \\ & + \{-\frac{1}{2} f_1 - \frac{1}{4} f_1 f_2 + \frac{1}{16} f_1^3 + [-\frac{1}{2} f_1' - \frac{1}{4} f_1 f_2' - \frac{1}{4} f_2 f_1' + \frac{1}{16} f_1^2 f_1'] t\} \\ & \{\cos \pi_0' - \pi_1' t \sin \pi_0'\} + \\ & + \{\frac{1}{4} f_1 - \frac{1}{4} f_1 f_2 - \frac{1}{16} f_1^3 + [\frac{1}{4} f_1' - \frac{1}{4} f_1 f_2' - \frac{1}{4} f_2 f_1' - \frac{1}{16} f_1^2 f_1'] t\} \\ & \{\cos \pi_0' \cos 2I + \sin \pi_0' \sin 2I - \pi_1' t \sin \pi_0' \cos 2I + \pi_1' t \cos \pi_0' \sin 2I\} + \\ & + \{\frac{1}{4} f_2 + \frac{1}{8} f_1^2 + [\frac{1}{4} f_2' + \frac{1}{4} f_1 f_1'] t\} \{\cos 2 \pi_0' \cos 3I + \sin 2 \pi_0' \sin 3I - \\ & - 2 \pi_1' t \sin 2 \pi_0' \cos 3I + 2 \pi_1' t \cos 2 \pi_0' \sin 3I\} - \\ & - \{\frac{1}{4} f_2 - \frac{1}{8} f_1^2 + [\frac{1}{4} f_2' - \frac{1}{4} f_1 f_1'] t\} \{\cos 2 \pi_0' \cos I + \sin 2 \pi_0' \sin I - \\ & - 2 \pi_1' t \sin 2 \pi_0' \cos I + 2 \pi_1' t \cos 2 \pi_0' \sin I\} + \\ & + \{\frac{1}{4} f_1 f_2 + \frac{1}{16} f_1^3 + \frac{1}{2} f_3 + [\frac{1}{4} f_1 f_2' + \frac{1}{4} f_2 f_1' + \frac{1}{16} f_1^2 f_1' + \frac{1}{2} f_3'] t\} \\ & \{\cos 3 \pi_0' \cos 4I + \sin 3 \pi_0' \sin 4I - 3 \pi_1' t \sin 3 \pi_0' \cos 4I + \\ & + 3 \pi_1' t \cos 3 \pi_0' \sin 4I\} + \\ & + \{\frac{1}{4} f_1 f_2 - \frac{1}{16} f_1^3 - \frac{1}{2} f_3 + [\frac{1}{4} f_1 f_2' + \frac{1}{4} f_2 f_1' - \frac{1}{16} f_1^2 f_1' - \frac{1}{2} f_3'] t\} \\ & \{\cos 3 \pi_0' \cos 2I + \sin 3 \pi_0' \sin 2I - 3 \pi_1' t \sin 3 \pi_0' \cos 2I + \\ & + 3 \pi_1' t \cos 3 \pi_0' \sin 2I\}. \end{aligned}$$

Für den Sinus erhält man ganz analoge Ausdrücke, nur werden die zweiten Factoren der Reihe nach die Formen:

$\sin I$

$$\begin{aligned} & \{\sin \pi_0' + \pi_1' t \cos \pi_0'\} \\ & - \sin \pi_0' \cos 2I + \cos \pi_0' \sin 2I - \pi_1' t \cos \pi_0' \cos 2I - \pi_1' t \sin \pi_0' \sin 2I \\ & - \sin 2 \pi_0' \cos 3I + \cos 2 \pi_0' \sin 3I - 2 \pi_1' t \cos 2 \pi_0' \cos 3I - 2 \pi_1' t \sin 2 \pi_0' \sin 3I \\ & \sin 2 \pi_0' \cos I - \cos 2 \pi_0' \sin I + 2 \pi_1' t \cos 2 \pi_0' \cos I + 2 \pi_1' t \sin 2 \pi_0' \sin I \\ & - \sin 3 \pi_0' \cos 4I + \cos 3 \pi_0' \sin 4I - 3 \pi_1' t \cos 3 \pi_0' \cos 4I - 3 \pi_1' t \sin 3 \pi_0' \sin 4I \\ & \sin 3 \pi_0' \cos 2I - \cos 3 \pi_0' \sin 2I + 3 \pi_1' t \cos 3 \pi_0' \cos 2I + 3 \pi_1' t \sin 3 \pi_0' \sin 2I \end{aligned}$$

annehmen. Setzt man nach Le-Verrier, indem man mit  $t$  die seit dem Jahre 1900 verflossenen julianischen Jahrhunderte bezeichnet:

$$\begin{aligned}
 e &= + 0.016\,750 - 0.000\,0424\,t & \varepsilon &= 23^{\circ} 27' 8'' - 47''6\,t \\
 \pi'_q &= 281^{\circ} 12' 47'' & \pi'_1 &= + 6170'' \\
 f_1 &= + 6910'' & f'_1 &= - 17''5 \\
 f_2 &= + 72'' & f'_2 &= - 0''4 \\
 f_3 &= + 1'' & f'_3 &= 0 \\
 & & \nu &= 20''481,
 \end{aligned}$$

so findet sich, wenn man alle Glieder mitnimmt, die eine halbe Einheit der vierten Decimale der Bogensekunde erreichen:

$$\begin{aligned}
 \nu \cos \odot &= - 0''0667 & - 0''0099\,t, & \nu \sin \odot &= + 0''3365 & - 0''0029\,t \\
 &+ 20.4759 \cos I & & &+ 0.0003 \cos I \\
 &+ 0.0003 \sin I & & &+ 20.4747 \sin I \\
 &+ 0.0667 \cos 2I + 0.0099\,t \cos 2I & & &+ 0.3364 \cos 2I - 0.0029\,t \cos 2I \\
 &- 0.3364 \sin 2I + 0.0029\,t \sin 2I & & &+ 0.0667 \sin 2I + 0.0099\,t \sin 2I \\
 &- 0.0059 \cos 3I + 0.0001\,t \cos 3I & & &+ 0.0024 \cos 3I + 0.0004\,t \cos 3I \\
 &- 0.0024 \sin 3I - 0.0004\,t \sin 3I & & &- 0.0059 \sin 3I + 0.0001\,t \sin 3I \\
 &- 0.0001 \cos 4I & & &- 0.0001 \cos 4I \\
 &+ 0.0001 \sin 4I, & & &- 0.0001 \sin 4I.
 \end{aligned}$$

Weiter ist:

$$\begin{aligned}
 \nu e \cos \pi' &= + 0''0667 + 0''0099\,t \\
 \nu e \sin \pi' &= - 0.3365 + 0.0029\,t \\
 \cos \varepsilon &= \underline{9.962555} + 0.000092\,t \\
 \sin \varepsilon &= \underline{9.599866} - 0.000212\,t,
 \end{aligned}$$

wobei die überstrichenen Zahlen Logarithmen sind; es ist daher schliesslich:

$$\begin{aligned}
 C = h \sin H &= - 18''7845 \cos I \\
 &- 0.0003 \sin I - 0''0019\,t \cos I \\
 &- 0.0612 \cos 2I - 0.0091\,t \cos 2I \\
 &+ 0.3086 \sin 2I - 0.0026\,t \sin 2I \\
 &+ 0.0054 \cos 3I - 0.0001\,t \cos 3I \\
 &+ 0.0022 \sin 3I + 0.0004\,t \sin 3I \\
 &+ 0.0001 \cos 4I \\
 &- 0.0001 \sin 4I \\
 D = h \cos H &= - 0''0003 \cos I \\
 &- 20.4747 \sin I \\
 &- 0.3364 \cos 2I + 0''0029\,t \cos 2I \\
 &- 0.0667 \sin 2I - 0.0099\,t \sin 2I \\
 &- 0.0024 \cos 3I - 0.0004\,t \cos 3I \\
 &+ 0.0059 \sin 3I - 0.0001\,t \sin 3I \\
 &+ 0.0001 \cos 4I \\
 &+ 0.0001 \sin 4I \\
 z &= - 8''1491 \cos I \\
 &- 0.0001 \sin I + 0''0043\,t \cos I \\
 &- 0.0265 \cos 2I - 0.0039\,t \cos 2I \\
 &+ 0.1339 \sin 2I - 0.0011\,t \sin 2I \\
 &+ 0.0023 \cos 3I \\
 &+ 0.0010 \sin 3I + 0.0002\,t \sin 3I.
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} C = h \sin H \\ D = h \cos H \\ z = \end{aligned}} \right\} 19)$$



Die Tabulirung dieser Ausdrücke mit dem Argumente  $I$  hat nun keine Schwierigkeit und die Tafel  $X$  bietet hierzu die geeigneten Hilfsmittel. Dieselbe enthält eine Reihe weiterer Werthe, die für die nächsten Zwecke nicht nöthig sind und später ihre Erklärung finden, hier sollen nur die für die Berechnung der Aberrationscoëfficienten nöthigen Columnen näher erklärt werden.

Die Tafel  $X_A$  (Jahrestafel) gibt für Januar 0.0 mittlere Greenwicher Zeit der vorgeschriebenen gemeinen Jahre, für Januar 1.0 der Schaltjahre in der dritten, mit  $I_a$  überschriebenen Columnne die von dem constanten Theil der Aberration befreiten, mittleren Sonnenlängen für den Zeitraum 1600 — 2199 nach Le-Verrier's Sonnentafeln. Bezeichnet man mit  $t$  die seit der Ausgangsepoche (1900 Januar 0.0 mittlere Greenwicher Zeit) verflossene Zeit in Einheiten des Julianischen Jahres, so hat man nach der genannten Tafel hierfür:

$$279^{\circ} 41' 48''8 + (360^{\circ} + 27''6895) t + 0''000 11073 t^2.$$

In der Tafel selbst ist aber die gewöhnliche Gradeintheilung nicht beibehalten worden, sondern es erscheint die Peripherie in hundert Theile getheilt, so dass bei der Addition der Jahresargumente mit den Tagesargumenten (Tafel  $X_B$ ) die eventuell auftretenden Hunderter einfach wegzulassen sind. Die Tagestafel Tafel  $X_B$  gibt in der Columnne  $I_a$  die für den betreffenden Tag geltenden Correctionen des Jahresargumentes, die stets additiv mit Weglassung der eventuell auftretenden Hunderter anzubringen sind. Man hat hierbei für Schaltjahre besonders auf den Doppeleingang in den Monaten Januar und Februar Acht zu geben. Die so erhaltenen Argumente gelten für 0<sup>*h*</sup> mittlere Greenwicher Zeit des zugehörigen Tages. Will man die Rechnung für Greenwicher Mitternacht oder für einen anderen Normalmeridian für 0<sup>*h*</sup> oder 12<sup>*h*</sup> desselben ausführen, so geben die am Fusse der Jahrestafel ( $X_A$ ) angegebenen Zahlen die an die Argumentwerthe anzubringenden Correctionen, welche man wohl am zweckmässigsten mit dem Jahresargumente vereinigt; um die Rechnung für eine beliebige Epoche durchführen zu können, wozu wol selten das Bedürfnis vorhanden sein wird, wurden am Fusse derselben Tafel die Änderungen der Argumente für jeden Zehnthel des Tages angefügt. Da die diessbezüglichen Rechnungen meist ephemeridenartig geführt werden, so wird es sich empfehlen, das eventuell für die gewählte Epoche corrigirte Jahresargument auf den untern Rand eines Zettels zu schreiben; durch entsprechendes Rücken desselben über das gewünschte Tagesargument wird die nothwendige Addition wesentlich vereinfacht.

Hat man das Argument  $I$  den gegebenen Regeln entsprechend gebildet, so gibt die Tafel  $X_c$  in den letzten fünf Columnen durch entsprechende Interpolation die Aberrationscoëfficienten  $C$ ,  $D$ ,  $\log h$ ,  $H$  und  $i$ ; jede dieser Hauptcolumnen ist in zwei Subcolumnen getheilt, aus der ersten wird der für 1900 geltende Werth erhalten, die zweite gibt dessen Änderung in einem Jahrhundert in Einheiten der letzten Decimale des Hauptwerthes. Die Werthe dieser zweiten Subcolumnen sind also mit:

$$t = \frac{t_0 - 1900}{100}.$$

zu multipliciren und dieses Product zu den Hauptwerthen zu addiren;  $t_0$  stellt die Jahreszahl des vorgelegten Datums dar. Die Mitnahme der  $t$  Glieder wird in Folge ihrer Kleinheit ausserordentlich einfach.

Da in den astronomischen Ephemeriden diese Aberrationscoëfficienten meist von Tag zu Tag mitgetheilt werden, und sowol die Bildung der Argumente als die Interpolation der zugehörigen Werthe so einfach geschieht, wird es sich empfehlen, alle Werthe direct zu berechnen. Es soll für den Anfang des Jahres 1883 eine solche von Tag zu Tag fortschreitende Ephemeride als Beispiel hier durchgeführt werden und zwar für 12<sup>h</sup> mittlere Berliner Zeit. Man schreibt auf den unteren Rand eines Papiers das Jahresargument, welches mit Rücksicht auf die Correctionen am Fusse der Tafel X<sub>A</sub>:

$$I_s = 77.726 + 0.127 = 77.853$$

anzunehmen sein wird, während  $t$  den Werth  $-0.17$  erhält. Rückt man jene Zahl der Reihe nach über die Werthe der Tafel X<sub>B</sub> vom Januar 0 angefangen und schreibt das so erhaltene Argument in die zweite Columnne des folgenden Schemas, in dessen erster das Datum Aufnahme gefunden hat, so wird man leicht, wenn man die kleinen aus den säcularen Gliedern entstehende Correctionen sofort bei der Interpolation berücksichtigt, erhalten:

| 1883 12 <sup>h</sup> mittl. Berl. Zeit | Arg. I | C                   | D   | log h   | H        | i         |
|----------------------------------------|--------|---------------------|-----|---------|----------|-----------|
| Januar 0                               | 77.853 | $-3''402 + 20''491$ |     | 1.31748 | 350°34'3 | $-1''476$ |
| 1                                      | 78.127 | $-3.731 + 20.424$   |     | 1.31725 | 349 38.8 | $-1.619$  |
| 2                                      | 78.401 | $-4.059 + 20.349$   |     | 1.31701 | 348 43.2 | $-1.760$  |
| 3                                      | 78.674 | $-4.384 + 20.268$   |     | 1.31675 | 347 47.7 | $-1.902$  |
| 4                                      | 78.948 | $-4.708 + 20.181$   |     | 1.31646 | 346 52.0 | $-2.043$  |
| ...                                    | ...    | ...                 | ... | ...     | ...      | ...       |

Man hat zu beachten, dass die hier ermittelten Coëfficienten den vollständigen Betrag der Aberration ergeben, also das sonst vernachlässigte Glied, welches aus dem Producte der Aberration in die Excentricität der Erdbahn entsteht, in sich schliessen.

Zu den Werthen  $C$  und  $D$  wird man nachträglich, um dieselben in die Ephemeriden aufzunehmen, die vierstelligen Logarithmen aufschlagen, bei  $\log h$  wird man dann auch die fünfte Decimale, bei  $H$  die Decimaltheile der Minute, bei  $i$  die dritte Decimale der Bogensekunden weglassen dürfen.

Für die Ekliptik werden die Formeln einfacher; setzt man in 8) (pag. 113) statt  $\alpha$  und  $\delta$  die Werthe  $\lambda$  und  $\beta$  und nimmt, wie die Transformation dies fordert,  $\varepsilon = 0$  an, so wird:

$$\left. \begin{aligned} \lambda' - \lambda &= -20''481 \cos(\odot - \lambda) \sec \beta - 0''343 \cos(\pi' - \lambda) \sec \beta \\ \beta' - \beta &= -20''481 \sin(\odot - \lambda) \sin \beta - 0''343 \sin(\pi' - \lambda) \sin \beta \\ \pi' &= 280^\circ 21' 21'' + 61''70 (t_0 - 1850), \end{aligned} \right\} 20)$$

wobei aber die geringe säculare Abnahme der Excentricität der Erdbahn nicht berücksichtigt ist, welcher Fehler übrigens selbst für ferne Epochen nicht merklich hervortritt: für die Sonne selbst wird, da man deren Breite der Null gleich setzen kann:

$$\lambda'_{\odot} - \lambda_{\odot} = -20''481 - 0''343 \cos(\pi' - \odot). \quad 21)$$

Statt dieser Formel kann man aber leicht aus den obigen für  $\nu \cos \odot$  und  $\nu \sin \odot$  (pag. 118) mitgetheilten Werthen, in Verbindung mit der ebenfalls oben angeführten Länge des Sonnenperigäums und deren säcularer Änderung, den folgenden auch die säculare Änderung der Excentricität berücksichtigenden Ausdruck für die Sonnenaberration in Abhängigkeit vom Argumente I erhalten:

$$\left. \begin{aligned} \lambda'_{\odot} - \lambda_{\odot} = & -20''4753 + 0''3364 \sin I - 0''0028 t \sin I \\ & - 0.0667 \cos I - 0.0099 t \cos I \\ & + 0.0022 \sin 2I + 0.0004 t \sin 2I \\ & + 0.0053 \cos 2I \\ & - 0.0001 \sin 3I. \end{aligned} \right\} 22)$$

Die dem vorliegenden Ausdrücke entsprechenden Werthe sind in der Tafel X. mit dem Argumente I in der mit „Aberration“ überschriebenen Columnne tabulirt; die erste Subcolumnne enthält die für 1900 geltenden Werthe, die zweite Subcolumnne gibt deren Änderungen in einem Jahrhundert in Einheiten der letzten Decimale des Hauptwerthes, also in Einheiten der dritten Decimale der Bogensekunde. Man hat daher die Werthe dieser zweiten Subcolumnne, wenn durch  $t_0$  die Jahreszahl des vorgelegten Datums bezeichnet wird, mit:

$$t = \frac{t_0 - 1900}{100},$$

zu multipliciren und dieses Product zu dem Hauptwerthe zu addiren.

Als Beispiel soll für den Anfang des Jahres 1883 von zehn zu zehn Tagen eine Ephemeride berechnet werden, geltend für  $o^h$  mittlere Berliner Zeit; hierbei ist:

|                         |                 |                  |
|-------------------------|-----------------|------------------|
|                         | $I_A = 77.716,$ | $t = -0.17,$     |
| $o^h$ mittl. Berl. Zeit | Argument I      | Sonnenaberration |
| 1883 Jan. 0             | 77.716          | — 20''824        |
| „ 10                    | 80.454          | — 20.820         |
| „ 20                    | 83.192          | — 20.804         |
| „ 30                    | 85.930          | — 20.780         |
| Febr. 9                 | 88.668          | — 20.746.        |

Bei der Aufnahme dieser Zahlen in eine Ephemeride kann die dritte Decimale der Bogensekunde fortgelassen werden.

#### b. Planetenaberration.

Seien  $x, y$  und  $z$  die heliocentrischen Coordinaten des Himmelskörpers im Momente, in welchem das Licht denselben verlässt, und die zugehörigen heliocentrischen Erd-Coordinaten  $X, Y$  und  $Z$ , ferner die letzteren zur Zeit als das Licht zur Erde gelangt,  $X_0, Y_0$  und  $Z_0$  und überdies die geocentrischen Coordinaten des Himmelskörpers in Bezug auf diese beiden Erdorte beziehungsweise  $\xi, \eta, \zeta$ , und  $\xi', \eta', \zeta'$ , so bestehen die Relationen:

$$\begin{aligned} x &= X + \xi = X_0 + \xi' \\ y &= Y + \eta = Y_0 + \eta' \\ z &= Z + \zeta = Z_0 + \zeta'; \end{aligned}$$

fasst man die Unterschiede  $X_0 - X$ ,  $Y_0 - Y$ , und  $Z_0 - Z$  als differentielle Grössen auf und schreibt dafür  $dx$ ,  $dy$  und  $dz$ , so wird:

$$\begin{aligned}\xi' &= \xi - dx \\ \eta' &= \eta - dy \\ \zeta' &= \zeta - dz,\end{aligned}$$

oder durch Einführung der polaren Coordinaten:

$$\begin{aligned}\varrho' \cos \alpha' \cos \delta' &= \varrho \cos \alpha \cos \delta - dx \\ \varrho' \sin \alpha' \cos \delta' &= \varrho \sin \alpha \cos \delta - dy \\ \varrho' \sin \delta' &= \varrho \sin \delta - dz.\end{aligned}$$

Daraus ergibt sich ganz so, wie dies für die Fixsternaberration ausgeführt worden ist:

$$\left. \begin{aligned}\alpha' - \alpha &= -\frac{1}{\varrho} \{-\sin \alpha \sec \delta dx + \cos \alpha \sec \delta dy\} \\ \delta' - \delta &= -\frac{1}{\varrho} \{-\cos \alpha \sin \delta dx - \sin \alpha \sin \delta dy + \cos \delta dz\}.\end{aligned} \right\} 23)$$

Man kann diese Unterschiede als parallaktische Verschiebung, veranlasst durch die Bewegung der Erde von  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  nach  $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$ , auffassen;  $dx$ ,  $dy$  und  $dz$  werden je nach der Zeit, welche das Licht braucht, um vom Himmelskörper zum Beobachter zu gelangen, sehr verschieden gross sein; das Zeitintervall (Lichtzeit) mit  $dt$  bezeichnet ist aber bestimmt durch:

$$dt = \frac{\varrho}{\mu},$$

in welcher Formel  $\mu$  ebenso wie bei der Fixsternaberration die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in der Zeiteinheit bedeutet.

Sind  $\frac{dx}{dt}$ ,  $\frac{dy}{dt}$ ,  $\frac{dz}{dt}$  die Geschwindigkeiten in den Coordinaten, also:  $\frac{dx}{dt} dt$ ,  $\frac{dy}{dt} dt$ ,  $\frac{dz}{dt} dt$  die in der Zeit  $dt$ , welche in diesem Falle durch  $\frac{\varrho}{\mu}$  bestimmt ist, zurückgelegten Strecken, so werden, weil in den Formeln 23):

$$\begin{aligned}dx &= \frac{dx}{dt} \frac{\varrho}{\mu} \\ dy &= \frac{dy}{dt} \frac{\varrho}{\mu} \\ dz &= \frac{dz}{dt} \frac{\varrho}{\mu},\end{aligned}$$

zu setzen sind, diese sich in:

$$\begin{aligned}\alpha' - \alpha &= -\frac{1}{\mu} \left\{ -\sin \alpha \sec \delta \frac{dx}{dt} + \cos \alpha \sec \delta \frac{dy}{dt} \right\} \\ \delta' - \delta &= -\frac{1}{\mu} \left\{ -\cos \alpha \sin \delta \frac{dx}{dt} - \sin \alpha \sin \delta \frac{dy}{dt} + \cos \delta \frac{dz}{dt} \right\},\end{aligned}$$

transformiren, welche Ausdrücke in der Form denjenigen gleichen (vgl. 1) pag. 111), welche für die Fixsternaberration erhalten wurden, nur dass das Zeichen entgegengesetzt ist, woraus der Schluss folgt: die durch die Planetenaberration bedingte parallaktische Verschiebung ist der Fixsternaberration gleichwerthig, das Vorzeichen aber ist verschieden.

Man kann mit Beziehung auf das eben Abgeleitete drei Methoden angeben, nach welchen man den Ort eines Kometen oder Planeten vom Einflusse der Aberration befreien kann. Nennt man die Zeit der Beobachtung  $t$ , die Zeit, zu welcher das Licht vom Himmelskörper ausging,  $T$ , so ist:

$$dt = t - T = 498^{\circ}65 \varrho.$$

Für die erste Methode ergibt sich die folgende Vorschrift: Man zieht von der beobachteten Zeit  $t$ ,  $dt$  (Lichtzeit für die Entfernung  $\varrho$ ) ab, dann ist der wahre Ort zur Zeit  $T$  identisch mit dem scheinbaren zur Zeit  $t$ ; denn zur Zeit der Beobachtung kompensirt die Fixsternaberration die Planetenaberration (parallaktische Verschiebung) völlig, so dass die scheinbare Sehlinie parallel der Verbindungslinie des Himmelskörpers und des Erdortes zur Zeit  $T$  wird. Diese Methode kann man anwenden, wenn man Beobachtungen mit Ephemeriden, die stets wahre Orte geben, vergleicht; man wird mit Hilfe der Distanz die Lichtzeit berechnen, dieselbe von der Beobachtungszeit abziehen, mit der so corrigirten Zeit den Ephemeridenort interpoliren und diesen mit der Beobachtung vergleichen. Wenn die Distanz des Himmelskörpers bekannt ist, so wird die eben erläuterte Methode die bequemste sein.

Die zweite Methode ist eine unmittelbare Folge der ersten; will man nämlich die Beobachtungszeit  $t$  selbst beibehalten und nicht auf die Zeit  $T$  zurückgehen, so beachte man, dass alle Änderungen vermöge ihrer Kleinheit linear vorausgesetzt, der wahre Ort zur Zeit  $t$  mit dem scheinbaren zur Zeit  $t + dt$  identisch ist. Man berechne also mit Hilfe einer Ephemeride die scheinbare Bewegung des Himmelskörpers in der Zeit  $dt$ , addire diese zur Beobachtung und hat so den wahren Ort zur Zeit  $t$ . Diese Methode ist bei weitem weniger zu empfehlen als die vorangehende und einer Beschränkung deshalb unterworfen, weil dieselbe ausser der Distanz die scheinbare Bewegung als bekannt voraussetzt, während die erste Methode nur die Kenntniss der Distanz erfordert. Man würde sie nur dann mit Vortheil anwenden, wenn die Forderung vorläge, eine Ephemeride zu berechnen, die den scheinbaren und nicht den wahren Ort des Himmelskörpers angibt.

Die dritte Methode endlich, welche mit Vortheil bei ersten Bahnbestimmungen benützt wird, besteht darin, dass man die zur Zeit  $t$  beobachteten Coordinaten von der Fixsternaberration vollständig (also mit Berücksichtigung der von der Erdbahnexcentricität abhängigen Glieder) befreit, und die so corrigirte Beobachtung als wahren Ort des Himmelskörpers zur Zeit  $T$ , gesehen von dem zur Beobachtungszeit  $t$  gehörigen Erdorte, annimmt. Diese Methode eignet sich besonders für erste Bahnbestimmungen, weil der Erdort und die aus demselben abgeleiteten Hilfsgrößen ungeändert bleiben.

### 5. Änderungen der Fundamentebenen im Raume.

Die Lage der Fundamentebenen (Äquator und Ekliptik) ist säcularen und periodischen Störungen unterworfen. Die säcularen Änderungen fasst man unter dem Namen der Präcession zusammen, die periodischen werden in den Begriff der Nutation einbezogen. Eine Folge dieser Störungen ist, dass die Lage des Äquinocialpunktes ebenfalls Änderungen erleidet. Befreit man eine Beobachtung vom Einflusse der Aberration und den periodischen Änderungen der Fundamentebenen (Nutation), so sagt man, dass diese Beobachtung auf das mittlere Äquinoctium der Zeit der Beobachtung bezogen ist. Durch Anbringen der Präcession kann man die Reduction auf ein beliebiges anderes mittleres Äquinoctium ausführen. Befreit man die auf das scheinbare Äquinoctium bezogene Beobachtung nur von dem Einflusse der Aberration, so ist diese Beobachtung auf das wahre Äquinoctium reducirt.

Die säcularen Veränderungen, welche die Lage der Ekliptik erfährt, sind durch den störenden Einfluss der Planeten des Sonnensystems bedingt; die periodischen Veränderungen, welche durch diesen verursacht werden, bringt man als Störungen in der Breite gesondert in Rechnung, dieselben sind daher von der vorliegenden Untersuchung auszuschliessen. Wählt man eine fixe Ekliptik als Fundamentebene, so kann man die Lage einer andern Ekliptik durch die Länge des aufsteigenden Knotens ( $II$ ) und ihre Neigung ( $\pi$ ) gegen die fixe definiren. Den Gleichungen, welche diese beiden Grössen bestimmen, kann man, da, wie schon oben erwähnt, die periodischen Störungen anderweitig in Rechnung gezogen werden, die Form ertheilen:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg}(\pi) \sin(II) &= p_1 t + p_2 t^2 + p_3 t^3 + \dots \\ \operatorname{tg}(\pi) \cos(II) &= q_1 t + q_2 t^2 + q_3 t^3 + \dots \end{aligned} \right\} \quad 1a)$$

Zählt man die Zeit in Einheiten des julianischen Jahrhunderts = 36525 mittlere Sonnentage von der Epoche 1850,0, so hat man nach Le-Verrier's Sonnentafeln (Annales de l'observatoire de Paris IV pag. 49 und 50) mit Rücksicht auf die in demselben Bande pag. 96 gegebenen Massencorrectionen ( $\nu' = +0.004$ ,  $\nu'' = -0.105$ ) anzunehmen\*):

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= + 5''841, & p_2 &= + 0''1964, & p_3 &= - 0''00023 \\ q_1 &= - 47''594, & q_2 &= + 0''0568, & q_3 &= + 0''00054. \end{aligned} \right\} \quad 1b)$$

Die Glieder  $p_3$  und  $q_3$  finden sich zwar in den Sonnentafeln nicht angeführt, ich habe dieselben jedoch nach Le-Verrier's Untersuchungen über die Säcularstörungen (Annales de l'observatoire de Paris II p. 162) genähert berechnet; der Einfluss dieser Glieder ist selbst für sehr entfernte Epochen nicht bedeutend und verschwindet fast gegen die anderweitig bestehenden Unsicherheiten.

Die Lageveränderungen der Ebene des Erdäquators sind hauptsächlich durch die Wirkung des Mondes und der Sonne auf den abgeplatteten Erdkörper bedingt;

---

\*) Diese Annahmen sind nicht die besten, die man gegenwärtig zu machen in der Lage ist, doch glaube ich, dass es wegen der Conformität mit den in Verwendung kommenden Sonnentafeln erwünscht sei, die obigen Zahlenwerthe zu wählen.

diese Veränderungen, welche wesentlich grösser sind als jene der Ekliptik, sollen in dem vorliegenden Werke aus dem Attractionsgesetze vollständig ermittelt werden. Um diese Aufgabe in allgemein verständlicher Weise lösen zu können, müssen noch einige vorbereitende Entwicklungen vorgenommen und diesen die Erläuterung der bei der Präcession und Nutation auftretenden Bogen und ihrer Bezeichnungen vorangeschickt werden.

Die periodischen Änderungen der Lage des Äquinocialpunktes in der Ekliptik bezeichnet man als Nutation in Länge, jene in der Neigung der Ekliptik gegen den Äquator als Nutation der Schiefe der Ekliptik. Um die säcularen Änderungen der Fundamentalebene zu erläutern, nehme ich eine Figur zu Hilfe, welche diejenige Lage der grössten Kreise, in der dieselben, vom Centrum der Himmelskugel aus gesehen, erscheinen, darstellt. Zeichnet man die Durchschnitte einer Ebene mit der

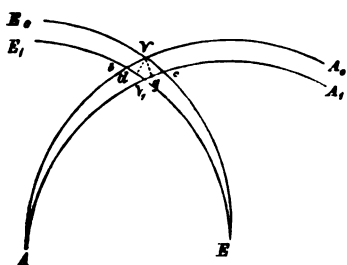


Fig. I.

Himmelskugel als Kreise, so kann die beistehende Figur (Fig. I) als Schema dienen; die in derselben gezogenen Kreise repräsentiren grösste Kreise auf der Himmelskugel;  $EE_0$  sei ein Bogen der als fix angenommenen mittleren Ekliptik zur Zeit  $t = 0$ ; die Lage des derselben Zeit angehörigen mittleren Äquators sei durch den Bogen  $AA_0$  dargestellt, der Durchschnittspunkt beider Kreise  $V$  ist demnach der mittlere Früh-

jahrspunkt zur Zeit der Ausgangsepoche und der Winkel  $E_0VA$  die mittlere Schiefe der Ekliptik für denselben Moment. Der Umstand, dass die Trägheitsmomente des Erdkörpers bezogen auf drei auf einander senkrechte Achsen verschieden sind, bedingt: dass die vereinigte Attraction des Mondes und der Sonne eine Lageveränderung des Äquators bewirkt, während die Lage der Ekliptik hiedurch nicht beeinflusst wird, und zwar weicht der Äquator mit nahezu constanter Neigung auf der Ekliptik zurück, in der Zeit  $t$  wird er etwa die Lage  $AA_1$  einnehmen, der Durchschnittspunkt des beweglichen Äquators auf der fixen Ekliptik wird durch den Punkt  $c$  dargestellt. Der Bogen  $Vc$ , um welchen Betrag der bewegliche Äquator auf der fixen Ekliptik zurückgewichen ist, wird die lunisolare Präcession genannt, der Winkel  $E_0cA$  ist die Schiefe der fixen Ekliptik gegen den beweglichen Äquator, welcher Winkel in der Folge mit  $\epsilon'$  bezeichnet werden soll.

Wie schon erwähnt, erfährt durch den störenden Einfluss der Planeten die mittlere Ekliptik ebenfalls säculare Änderungen; nimmt man an, dass zur Zeit  $t$  die so veränderte Ekliptik durch den Bogen  $E_1E$  dargestellt sei, so wird der Frühjahrspunkt zur Zeit  $t$  durch  $V_1$  bezeichnet sein; der Winkel  $E_1V_1A$  ist, wenn der Bogen  $AA_1$  dem mittleren Äquator angehört, die zu dieser Zeit gehörende mittlere Schiefe der Ekliptik, die mit  $\epsilon$  bezeichnet werden soll; den Bogen  $cV_1$ , dessen Entstehung durch die störende Wirkung der Planeten veranlasst wird, nennt man die Präcession durch die Planeten. Denkt man sich den Bogen  $V_1E$  seiner Grösse nach auf dem Bogen  $E_1E$  von  $E$  aus aufgetragen, so dass gewissermassen  $E$  als Drehungspunkt erscheint, so wird das Ende desselben auf den Punkt  $d$  treffen, welcher in der

Zeichnung mit dem Punkte  $\nabla$  durch eine punktirte Linie verbunden erscheint; der Bogen  $d\nabla_1$  wird, wenn wieder durch  $AA_1$  der mittlere Äquator dargestellt ist, die allgemeine Präcession genannt und ist diejenige Grösse, um welche die Längen durch die vereinigte Wirkung der Planeten einerseits und des Mondes und der Sonne auf das Erdellipsoid anderseits zunehmen. Diese Definition für die allgemeine Präcession soll in dem vorliegenden Werke festgehalten werden.

Nachdem so die Nomenclatur festgestellt ist, sollen nunmehr die Bewegungen des Äquators gegen die fixe Ekliptik als Folge der Anziehung des Mondes und der Sonne auf das Erdellipsoid dargelegt werden; hierbei wird die Erde als ein absolut starrer Körper betrachtet werden, eine Annahme, der immerhin berechtigte Zweifel entgegengebracht werden können; man wird sich daher gegenwärtig halten müssen, dass die Richtigkeit der folgenden Resultate von dieser einschränkenden Bedingung abhängig ist.

#### A. Theoretische Bestimmung der Ausdrücke für die Präcession und Nutation.

##### *a. Die Euler'schen Differentialgleichungen der Rotationsbewegung.*

Bei der Betrachtung der Bewegung eines starren Körpers kann man sich dieselbe stets in zwei Bewegungen zerlegt denken, nämlich eine für alle Theile des starren Körpers gemeinschaftlich fortschreitende und eine rotirende, die um einen Punkt, der für diese letztere Bewegung als fest gedacht werden kann, stattfindet. Den starren Körper kann man sich aus den Massenelementen  $m_1, m_2, m_3, \dots$  bestehend vorstellen, an welche die den Coordinatenachsen parallelen Kraftcomponenten beziehungsweise  $X_1, Y_1, Z_1; X_2, Y_2, Z_2; \dots$  angreifen; die Coordinaten dieser Punkte sollen dargestellt sein:

$$\begin{array}{lll} \text{für } m_1 \text{ durch: } & x, + x_1, & y, + y_1, \quad z, + z_1 \\ \text{,, } m_2 \text{ ,,} & x, + x_2, & y, + y_2, \quad z, + z_2 \\ \text{,, } m_3 \text{ ,,} & x, + x_3, & y, + y_3, \quad z, + z_3 \\ & \dots & \dots \end{array}$$

Wie man sieht, ist jede Coordinate in zwei Theile zerfällt und zwar: in einen für alle Coordinaten derselben Achse constanten Theil und einen mit dem Massenpunkte veränderlichen. Diese Zerfällung erweist sich für die Folge vortheilhaft, indem durch dieselbe an die Coordinaten  $x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2; \dots$  Bedingungen geknüpft werden können, welche die zu benützenden Gleichungen wesentlich einfacher gestalten.

Soll der starre Körper im Gleichgewichte sein, so müssen bekanntlich die Gleichungen:

$$\left. \begin{array}{ll} \Sigma X = 0, & \Sigma \{(x, + x) Y - (y, + y) X\} = 0 \\ \Sigma Y = 0, & \Sigma \{(z, + z) X - (x, + x) Z\} = 0 \\ \Sigma Z = 0, & \Sigma \{(y, + y) Z - (z, + z) Y\} = 0 \end{array} \right\} 1)$$

bestehen, in welchen die Summen sich auf alle Massenelemente  $m_1, m_2, m_3, \dots$  des starren Körpers beziehen, demnach für die diesbezüglichen Kräfte und Coordinaten



unter dem Summenzeichen keine Indices geschrieben wurden. Nach dem d'Alembert'schen Princip erhält man, nachdem die mit der Masse multiplicirte Beschleunigung der wirkenden Kraft gleich gesetzt wurde, die Relationen:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma \left\{ X - m \left( \frac{d^2 x_i}{dt^2} + \frac{d^2 x}{dt^2} \right) \right\} &= 0 \\ \Sigma \left\{ Y - m \left( \frac{d^2 y_i}{dt^2} + \frac{d^2 y}{dt^2} \right) \right\} &= 0 \\ \Sigma \left\{ Z - m \left( \frac{d^2 z_i}{dt^2} + \frac{d^2 z}{dt^2} \right) \right\} &= 0 \\ \Sigma \left\{ [x, + x] \left[ Y - m \left( \frac{d^2 y_i}{dt^2} + \frac{d^2 y}{dt^2} \right) \right] - [y, + y] \left[ X - m \left( \frac{d^2 x_i}{dt^2} + \frac{d^2 x}{dt^2} \right) \right] \right\} &= 0 \\ \Sigma \left\{ [z, + z] \left[ X - m \left( \frac{d^2 x_i}{dt^2} + \frac{d^2 x}{dt^2} \right) \right] - [x, + x] \left[ Z - m \left( \frac{d^2 z_i}{dt^2} + \frac{d^2 z}{dt^2} \right) \right] \right\} &= 0 \\ \Sigma \left\{ [y, + y] \left[ Z - m \left( \frac{d^2 z_i}{dt^2} + \frac{d^2 z}{dt^2} \right) \right] - [z, + z] \left[ Y - m \left( \frac{d^2 y_i}{dt^2} + \frac{d^2 y}{dt^2} \right) \right] \right\} &= 0. \end{aligned} \right\} 2)$$

In diesen Gleichungen ist offenbar weder eine bestimmte Annahme über die Lage des fix gedachten Coordinatensystems noch über die Coordinaten  $x$ ,  $y$ , und  $z$ , gemacht; man kann über dieselben willkürlich verfügen. Es sollen nun diese Coordinaten so gewählt werden, dass für die mit den Massenelementen veränderlichen Coordinaten:

$$\Sigma m x = 0, \quad \Sigma m y = 0, \quad \Sigma m z = 0, \quad 3)$$

wird, welche Annahme offenbar unter allen Umständen gestattet ist; beachtet man, dass das Summenzeichen sich nur auf die verschiedenen Massenelemente bezieht, also die Coordinaten  $x$ ,  $y$ , und  $z$ , von demselben unabhängig sind, so dass man allgemein schreiben darf:

$$\Sigma \varphi(x, y, z) f(x_i, y_i, z_i) = f(x, y, z) \Sigma \varphi(x, y, z),$$

und setzt überdiess:

$$M = \Sigma m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots, \quad a)$$

so verwandeln sich zunächst die ersten drei Gleichungen in 2) in:

$$\left. \begin{aligned} M \frac{d^2 x}{dt^2} &= \Sigma X \\ M \frac{d^2 y}{dt^2} &= \Sigma Y \\ M \frac{d^2 z}{dt^2} &= \Sigma Z, \end{aligned} \right\} 4a)$$

da offenbar nach 3) auch gesetzt werden kann:

$$\Sigma m \frac{d^2 x}{dt^2} = 0, \quad \Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2} = 0, \quad \Sigma m \frac{d^2 z}{dt^2} = 0.$$

Die Reduction der anderen Gleichungen gestaltet sich ebenfalls sehr einfach. Denkt man sich die Klammern unter den Summenzeichen aufgelöst und beachtet, dass unter den Annahmen über  $x$ ,  $y$ , und  $z$ :

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} \Sigma m x &= 0, & \frac{d^2 y}{dt^2} \Sigma m y &= 0, \\ x, \Sigma m \frac{d^2 x}{dt^2} &= 0, & y, \Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2} &= 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x, \Sigma \left\{ Y - m \left( \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{d^2 y}{dt^2} \right) \right\} &= 0, & y, \Sigma \left\{ X - m \left( \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{d^2 x}{dt^2} \right) \right\} &= 0, \\
 x, \Sigma \left\{ Z - m \left( \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{d^2 z}{dt^2} \right) \right\} &= 0, & y, \Sigma \left\{ Z - m \left( \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{d^2 z}{dt^2} \right) \right\} &= 0, \\
 & & \frac{d^2 x}{dt^2} \Sigma m z &= 0 \\
 & & z, \Sigma m \frac{d^2 z}{dt^2} &= 0 \\
 z, \Sigma \left\{ X - m \left( \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{d^2 x}{dt^2} \right) \right\} &= 0 \\
 z, \Sigma \left\{ Y - m \left( \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{d^2 y}{dt^2} \right) \right\} &= 0,
 \end{aligned}$$

ist, so erhält man leicht:

$$\left. \begin{aligned}
 \Sigma m \left( x \frac{d^2 y}{dt^2} - y \frac{d^2 x}{dt^2} \right) &= \Sigma (xY - yX) \\
 \Sigma m \left( z \frac{d^2 x}{dt^2} - x \frac{d^2 z}{dt^2} \right) &= \Sigma (zX - xZ) \\
 \Sigma m \left( y \frac{d^2 z}{dt^2} - z \frac{d^2 y}{dt^2} \right) &= \Sigma (yZ - zY)
 \end{aligned} \right\} \quad 4b)$$

Die Gleichungen 4a) und 4b) bilden zusammen ein System von Differentialgleichungen, welches die Bewegung eines starren Körpers vollständig beschreibt; sieht man ab von den Kräften X, Y und Z, die im Allgemeinen wohl Functionen von  $x$ ,  $y$ , und  $z$ , und den je nach den Massenelementen mit verschiedenen Indices zu bezeichnenden Coordinaten  $x$ ,  $y$  und  $z$  sind, so enthalten die Gleichungen 4a) nur die durch die Bedingungen 3) bestimmten Coordinaten, 4b) aber nur die relativen Coordinaten der Massenelemente gegen den durch  $x$ ,  $y$ , und  $z$ , definirten Punkt. Die ersteren Gleichungen beschreiben also die allen Theilen des starren Körpers gemeinsame fortschreitende Bewegung; man nennt den durch die Coordinaten  $x$ ,  $y$ , und  $z$ , bezeichneten durch die Gleichungen 3) definirten Punkt den Schwerpunkt. Die letzteren Gleichungen, nämlich 4b), bestimmen die Rotationsbewegung; man hat sich hierbei zu erinnern, dass in diesen der Anfangspunkt des Coordinatensystems in den Schwerpunkt verlegt gedacht ist, dass aber die Lage der Achsen ihrer Richtung nach sonst völlig willkürlich ist. Die Gleichungen 4a), welche die Bewegung des Schwerpunktes darstellen, sind bereits oben (pag. 43) verwendet worden, als die Bewegung eines Planeten um die Sonne, beide Himmelskörper als materielle Punkte betrachtet, in Rechnung gezogen wurde; für die folgenden Untersuchungen wird nur das Gleichungssystem 4b) in Betracht kommen.

Führt man in die Gleichungen 4b) statt eines festen Coordinatensystems ein bewegliches ein, welches mit dem rotirenden Körper fest verbunden gedacht ist, und dessen Anfangspunkt mit dem Schwerpunkte zusammenfällt, so werden die Coordinaten des Massenpunktes  $m_1$  in diesem Systeme in der Folge durch  $x_1'$ ,  $y_1'$  und  $z_1'$  zu bezeichnen, ebenso die Coordinaten der übrigen Massenelemente  $m_2$ ,  $m_3$ , . . mit den entsprechenden Indices zu versehen sein. Unmittelbar aber dürfen diese Coordinaten in die Gleichungen 4b) nicht eingeführt werden, weil die oben angesetzten auf das d'Alembert'sche Princip gegründeten Differentialgleichungen im Allgemeinen für ihre Giltigkeit ein festes Coordinatensystem voraussetzen; auf diesen Umstand

muss deshalb später gehörig Rücksicht genommen werden. An diese neuen Coordinaten  $x'$ ,  $y'$  und  $z'$  soll vorerst die Bedingung geknüpft werden, dass sie den Gleichungen:

$$\Sigma m x' y' = 0, \quad \Sigma m x' z' = 0, \quad \Sigma m y' z' = 0, \quad 5)$$

genügen, wobei das Summenzeichen sich wieder auf die verschiedenen Massenpunkte und deren Coordinaten bezieht. Die Berechtigung dieser Bedingungen muss aber besonders nachgewiesen werden, weil dieselbe nicht so offenkundig zu Tage liegt, wie die durch die Gleichungen 3) (pag. 127) eingeführten Annahmen.

Denkt man sich irgend ein rechtwinkliges Coordinatensystem und durch den Anfangspunkt desselben eine Gerade gezogen, welche mit der  $X$ ,  $Y$  und  $Z$ -Achse beziehungsweise die Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  einschliesst, so wird der Abstand  $\Delta$  eines durch die Coordinaten  $x$ ,  $y$  und  $z$  definirten Punktes von dieser Linie bestimmt sein durch:

$$\Delta^2 = x^2 + y^2 + z^2 - (x \cos \alpha + y \cos \beta + z \cos \gamma)^2.$$

Die Richtigkeit dieser Relation leuchtet sofort ein, wenn man bedenkt, dass der Anfangspunkt des Coordinatensystems, der in Betracht gezogene Massenpunkt und der Fusspunkt des vom Massenpunkte auf die vorgelegte Gerade gefällten Perpendikels ein rechtwinkliges Dreieck einschliessen, dessen eine Kathete  $\Delta$ , die andere  $x \cos \alpha + y \cos \beta + z \cos \gamma$  ist, während das Quadrat der Hypothenuse offenbar durch  $x^2 + y^2 + z^2$  dargestellt wird. Aus dieser Gleichung folgt aber sofort:

$$\Delta^2 = x^2 \sin^2 \alpha + y^2 \sin^2 \beta + z^2 \sin^2 \gamma - 2xy \cos \alpha \cos \beta - 2xz \cos \alpha \cos \gamma - 2yz \cos \beta \cos \gamma. \quad 6)$$

Betrachtet man nun alle Massenpunkte des starren Körpers und bildet die Summe:

$$\Sigma m \Delta^2,$$

so nennt man diesen Werth das Trägheitsmoment des starren Körpers in Bezug auf die in Betracht gezogene Gerade. Für einen gegebenen speciellen Fall werden aber, gleichgiltig in welcher Richtung man sich die Gerade durch den Anfangspunkt der Coordinaten gezogen denkt, die Summen:

$$\begin{aligned} \Sigma m x^2 &= T_x, & \Sigma m y^2 &= T_y, & \Sigma m z^2 &= T_z, \\ \Sigma m yz &= P_x, & \Sigma m xz &= P_y, & \Sigma m xy &= P_z, \end{aligned}$$

Constanten sein. Multiplicirt man demnach die Gleichung 6) beiderseits mit dem zu  $\Delta$  gehörenden Werthe von  $m$  und bildet dann die Summe für alle Massenelemente, so erhält man das Trägheitsmoment des starren Körpers in Bezug auf die in Betracht gezogene durch die Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  bestimmte Gerade ausgedrückt durch:

$$\begin{aligned} \tau &= T_x \sin^2 \alpha + T_y \sin^2 \beta + T_z \sin^2 \gamma - 2 P_x \cos \beta \cos \gamma \\ &\quad - 2 P_y \cos \alpha \cos \gamma - 2 P_z \cos \alpha \cos \beta. \end{aligned} \quad 7)$$

Es kann das Trägheitsmoment niemals Null werden, sobald Massentheile vorhanden sind, die nicht in der gezogenen Geraden allein liegen; man kann demnach für das vorliegende Problem annehmen, dass  $\tau$  stets ein positiver Werth zukommt. Trägt man demnach die stets endliche Grösse  $i : \sqrt{\tau}$  auf der Geraden vom Anfangspunkte der

Coordinaten auf, so werden die Coordinaten dieses Endpunktes  $\xi$ ,  $\eta$  und  $\zeta$  bestimmt sein durch:

$$\xi = \frac{\cos \alpha}{\sqrt{\tau}}, \quad \eta = \frac{\cos \beta}{\sqrt{\tau}}, \quad \zeta = \frac{\cos \gamma}{\sqrt{\tau}}.$$

Setzt man die aus diesen Relationen sich ergebenden Werthe in die Gleichung 7) ein und erinnert sich, dass die Gleichung:

$$\cos \alpha^2 + \cos \beta^2 + \cos \gamma^2 = 1$$

besteht, somit auch:

$$\sin \alpha^2 = \cos \beta^2 + \cos \gamma^2$$

$$\sin \beta^2 = \cos \alpha^2 + \cos \gamma^2$$

$$\sin \gamma^2 = \cos \alpha^2 + \cos \beta^2$$

ist, so erhält man:

$$1 = (T_y + T_z) \xi^2 + (T_x + T_z) \eta^2 + (T_x + T_y) \zeta^2 - 2 P_x \eta \zeta - 2 P_y \xi \zeta - 2 P_z \xi \eta.$$

Denkt man sich dieselbe Operation für alle möglichen Lagen der Geraden ausgeführt, so werden, weil  $\sqrt{\tau}$  ein stets endlicher Werth zukommt, die Endpunkte der Abschnitte  $1 : \sqrt{\tau}$  eine geschlossene Fläche bilden; diese ist nach der letzten Gleichung ein dreiaxsiges Ellipsoid. Das oben betrachtete Coordinatensystem hat seinen Anfangspunkt den gemachten Voraussetzungen nach im Schwerpunkte, die Achsen selbst sind bezüglich ihrer Lage nicht näher bestimmt; legt man aber dieselben so, dass die Achsen mit den drei Achsen des Ellipsoids zusammenfallen, so nimmt die vorliegende Gleichung die Gestalt:

$$1 = (T_y + T_z) \xi^2 + (T_x + T_z) \eta^2 + (T_x + T_y) \zeta^2,$$

an, woraus man schliessen kann, dass durch diese Wahl der Lage der Coordinatenachsen  $P_x$ ,  $P_y$  und  $P_z$  der Null gleich sind, somit nach der Bedeutung dieser Grössen:

$$\Sigma m y z = 0, \quad \Sigma m x z = 0, \quad \Sigma m x y = 0$$

wird.

Aus dieser Betrachtung leitet man einige wichtige Schlüsse ab, zunächst die Richtigkeit der oben (Gleichung 5) pag. 129) geforderten Bedingung, dass die Summen aus den Producten je zweier Coordinaten in das zugehörige Massenelement der Null gleich gesetzt werden können. Ist das gewählte Coordinatensystem diesen Bedingungen gemäss bestimmt, so nennt man die diesbezüglichen Achsen die Hauptachsen der Trägheit; die auf diese Hauptachsen bezogenen Trägheitsmomente werden die Hauptträgheitsmomente genannt; zu deren Berechnung dienen die allgemein giltigen Formeln:

$$\left. \begin{aligned} A &= \Sigma m (y'^2 + z'^2) \\ B &= \Sigma m (x'^2 + z'^2) \\ C &= \Sigma m (x'^2 + y'^2) \end{aligned} \right\} 8)$$

Ferner kann man aus der obigen Gleichung schliessen, dass jeder wie immer zusammengesetzte Körper stets drei Hauptachsen der Trägheit hat, die auf einander senkrecht stehen; man kann sich daher, wenn man nur die Bewegungsverhältnisse des starren Körpers selbst in Betracht ziehen will, denselben durch ein homogenes

dreiachsiges Ellipsoid ersetzt denken, welches durch Poinso't den Namen Central-ellipsoid erhalten hat.

Aus der Combination der vorstehenden Gleichungen wird man leicht schlies-  
sen, dass:

$$T_y + T_z = A, \quad T_x + T_z = B, \quad T_x + T_y = C,$$

ist, demnach wird die Gleichung des Centra'llipsoid's lauten:

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 = 1.$$

Diese letzteren und weitere sich daran knüpfende Betrachtungen sind für den zu-  
nächst vorliegenden Zweck nicht nöthig.

Stellt man in der Gleichung 4b) (pag. 128) die Forderung, dass in derselben  
ein Coordinatensystem eingeführt wird, welches als Achsen die Hauptachsen der  
Trägheit hat, so wird man durch entsprechende Transformationen statt der Coordi-  
naten  $x, y, z$  die Coordinaten  $x', y', z'$  einzuführen haben.

Seien  $x', y'$  und  $z'$  die auf die Hauptachsen der Trägheit bezogenen Coordi-  
naten des Massenpunktes  $m$ , und  $x, y, z$  die für das feste Achsensystem geltenden  
Coordinaten, so werden zur Transformation der Coordinaten zunächst die bekannten  
Relationen:

$$\left. \begin{aligned} x' &= ax + a'y + a''z \\ y' &= bx + b'y + b''z \\ z' &= cx + c'y + c''z \end{aligned} \right\} \text{ a) } \quad \left. \begin{aligned} x &= ax' + by' + cz' \\ y &= a'x' + b'y' + c'z' \\ z &= a''x' + b''y' + c''z' \end{aligned} \right\} \text{ b)}$$

bestehen. In diesen Gleichungen stellen die Buchstaben  $a, b, c, a', b', c', a'', b'', c''$  Co-  
sinus von Winkeln dar und wird, wenn man die Winkel durch die einschliessenden  
Achsen bezeichnet, wobei die accentuirten Buchstaben den Achsen des beweglichen,  
die nicht mit einen Accente versehenen jenen des festen Systems angehören, sein:

$$\begin{aligned} a &= \cos (XX') \quad , \quad a' = \cos (YX') \quad , \quad a'' = \cos (ZX') \\ b &= \cos (XY') \quad , \quad b' = \cos (YY') \quad , \quad b'' = \cos (ZY') \\ c &= \cos (XZ') \quad , \quad c' = \cos (YZ') \quad , \quad c'' = \cos (ZZ'). \end{aligned}$$

Zwischen diesen neun Cosinusfunctionen bestehen bekanntlich gewisse Relationen,  
welche, weil in der Folge vielfach nöthig, hier übersichtlich zusammengestellt werden:

$$\left. \begin{aligned} a^2 + a'^2 + a''^2 &= 1 \\ b^2 + b'^2 + b''^2 &= 1 \\ c^2 + c'^2 + c''^2 &= 1 \end{aligned} \right\} \text{ c) } \quad \left. \begin{aligned} a^2 + b^2 + c^2 &= 1 \\ a'^2 + b'^2 + c'^2 &= 1 \\ a''^2 + b''^2 + c''^2 &= 1 \end{aligned} \right\} \text{ d)}$$

$$\left. \begin{aligned} ab + a'b' + a''b'' &= 0 \\ ac + a'c' + a''c'' &= 0 \\ bc + b'c' + b''c'' &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ e) } \quad \left. \begin{aligned} aa' + bb' + cc' &= 0 \\ aa'' + bb'' + cc'' &= 0 \\ a'a'' + b'b'' + c'c'' &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ f)}$$

$$\left. \begin{aligned} a &= b'c'' - c'b'' \\ b &= c'a'' - a'c'' \\ c &= a'b'' - b'a'' \end{aligned} \right\} \text{ g) } \quad \left. \begin{aligned} a' &= cb'' - bc'' \\ b' &= ac'' - ca'' \\ c' &= ba'' - ab'' \end{aligned} \right\} \text{ h) } \quad \left. \begin{aligned} a'' &= bc' - cb' \\ b'' &= ca' - ac' \\ c'' &= ab' - ba' \end{aligned} \right\} \text{ i)}$$

Aus diesen Relationen sollen einige Folgerungen abgeleitet werden, welche die spä-  
teren Entwicklungen möglichst kurz gestalten. Die Differentiation der Gleichungen e)

nach  $t$  ergibt, wenn alle neun Cosinusfunctionen als mit  $t$  variabel gedacht sind, unter Einführung der abkürzenden Bezeichnungen  $r$ ,  $q$  und  $p$ :

$$\left. \begin{aligned} b da + b' da' + b'' da'' &= - \{ a db + a' db' + a'' db'' \} = r dt \\ a dc + a' dc' + a'' dc'' &= - \{ c da + c' da' + c'' da'' \} = q dt \\ c db + c' db' + c'' db'' &= - \{ b dc + b' dc' + b'' dc'' \} = p dt. \end{aligned} \right\} k)$$

Die Differentiation der Gleichungen c) ergibt aber:

$$\left. \begin{aligned} a da + a' da' + a'' da'' &= 0 \\ b db + b' db' + b'' db'' &= 0 \\ c dc + c' dc' + c'' dc'' &= 0. \end{aligned} \right\} l)$$

Um die in der Folge nöthigen Operationen ohne allzuviel erklärende Worte in möglichst übersichtlicher Weise ausführen zu können, sollen die Gleichungen k) und l) symbolisch geschrieben werden, nämlich:

$$\begin{aligned} K_1^{(1)} &= K_1^{(2)} = r dt, & l_1 &= 0 \\ K_2^{(1)} &= K_2^{(2)} = q dt, & l_2 &= 0 \\ K_3^{(1)} &= K_3^{(2)} = p dt, & l_3 &= 0; \end{aligned}$$

die Vergleichung dieser beiden Systeme mit den obigen k) und l) lässt die Bedeutung der Symbole ohne Schwierigkeit erkennen. Führt man nun die Operationen, welche in den linker Hand stehenden Gliedern der folgenden Gleichungen angedeutet sind, durch, so wird man mit Rücksicht auf die früher gesammelten Relationen leicht finden:

$$\left. \begin{aligned} a K_2^{(1)} - b K_3^{(2)} + c l_3 &= dc = (a q - b p) dt \\ a' K_2^{(1)} - b' K_3^{(2)} + c' l_3 &= dc' = (a' q - b' p) dt \\ a'' K_2^{(1)} - b'' K_3^{(2)} + c'' l_3 &= dc'' = (a'' q - b'' p) dt \end{aligned} \right\} m)$$

$$\left. \begin{aligned} c K_3^{(1)} - a K_1^{(2)} + b l_2 &= db = (c p - a r) dt \\ c' K_3^{(1)} - a' K_1^{(2)} + b' l_2 &= db' = (c' p - a' r) dt \\ c'' K_3^{(1)} - a'' K_1^{(2)} + b'' l_2 &= db'' = (c'' p - a'' r) dt \end{aligned} \right\} n)$$

$$\left. \begin{aligned} b K_1^{(1)} - c K_2^{(2)} + a l_1 &= da = (b r - c q) dt \\ b' K_1^{(1)} - c' K_2^{(2)} + a' l_1 &= da' = (b' r - c' q) dt \\ b'' K_1^{(1)} - c'' K_2^{(2)} + a'' l_1 &= da'' = (b'' r - c'' q) dt \end{aligned} \right\} p)$$

Die Gleichungen m), n) und p) geben die Differentiale der neun Cosinusfunctionen an; multiplicirt man dieselben entsprechend dem im nächsten Gleichungssysteme q), links vom Gleichheitszeichen stehenden Ausdruck untereinander und addirt die zusammengehörigen Produkte, so findet sich mit Rücksicht auf die Relationen e) und c):

$$\left. \begin{aligned} da db + da' db' + da'' db'' &= - pq dt^2 \\ da dc + da' dc' + da'' dc'' &= - pr dt^2 \\ db dc + db' dc' + db'' dc'' &= - qr dt^2. \end{aligned} \right\} q)$$

Differentiirt man die Gleichungen k) nochmals nach  $t$ , so erhält man, die eben angeführten Relationen q) beachtend, ohne Schwierigkeit:

$$\left. \begin{aligned} b \frac{d^2 a}{dt^2} + b' \frac{d^2 a'}{dt^2} + b'' \frac{d^2 a''}{dt^2} &= \frac{dr}{dt} + pq; & - \{ a \frac{d^2 b}{dt^2} + a' \frac{d^2 b'}{dt^2} + a'' \frac{d^2 b''}{dt^2} \} &= \frac{dr}{dt} - pq \\ a \frac{d^2 c}{dt^2} + a' \frac{d^2 c'}{dt^2} + a'' \frac{d^2 c''}{dt^2} &= \frac{dq}{dt} + pr; & - \{ c \frac{d^2 a}{dt^2} + c' \frac{d^2 a'}{dt^2} + c'' \frac{d^2 a''}{dt^2} \} &= \frac{dq}{dt} - pr \\ c \frac{d^2 b}{dt^2} + c' \frac{d^2 b'}{dt^2} + c'' \frac{d^2 b''}{dt^2} &= \frac{dp}{dt} + qr; & - \{ b \frac{d^2 c}{dt^2} + b' \frac{d^2 c'}{dt^2} + b'' \frac{d^2 c''}{dt^2} \} &= \frac{dp}{dt} - qr. \end{aligned} \right\} r)$$

Aus den Gleichungen m), n) und p) folgt schliesslich noch:

$$\left. \begin{aligned} p \, da + q \, db + r \, dc &= 0 \\ p \, da' + q \, db' + r \, dc' &= 0 \\ p \, da'' + q \, db'' + r \, dc'' &= 0. \end{aligned} \right\} \text{ s)}$$

Mit Hilfe der eben entwickelten Relationen wird nun die in den Gleichungen 4b) (pag. 128) vorzunehmende Transformation der Coordinaten verhältnismässig einfach durchzuführen sein; man hat in denselben die Coordinaten  $x$ ,  $y$  und  $z$  durch die Coordinaten  $x'$ ,  $y'$  und  $z'$  zu ersetzen. Bedenkt man, dass:

$$\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= x' \frac{d^2a}{dt^2} + y' \frac{d^2b}{dt^2} + z' \frac{d^2c}{dt^2} \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= x' \frac{d^2a'}{dt^2} + y' \frac{d^2b'}{dt^2} + z' \frac{d^2c'}{dt^2} \\ \frac{d^2z}{dt^2} &= x' \frac{d^2a''}{dt^2} + y' \frac{d^2b''}{dt^2} + z' \frac{d^2c''}{dt^2}, \end{aligned}$$

sein muss, weil das bewegliche Coordinatensystem fest mit dem rotirenden Körper verbunden gedacht ist. also die Derivationen  $x'$ ,  $y'$  und  $z'$  nach der Zeit  $t$  nothwendig der Null gleich sein müssen, so findet man, wenn die nach den beweglichen Achsen zerlegten Kräfte mit  $X'$ ,  $Y'$  und  $Z'$  bezeichnet werden, zunächst:

$$\begin{aligned} \Sigma m \{ (ax' + by' + cz') \left( x' \frac{d^2a'}{dt^2} + y' \frac{d^2b'}{dt^2} + z' \frac{d^2c'}{dt^2} \right) - (a'x' + b'y' + c'z') \left( x' \frac{d^2a}{dt^2} + y' \frac{d^2b}{dt^2} + z' \frac{d^2c}{dt^2} \right) \} &= \\ = \Sigma \{ (ax' + by' + cz') (a'X' + b'Y' + c'Z') - (a'x' + b'y' + c'z') (aX' + bY' + cZ') \} \\ \Sigma m \{ (a''x' + b''y' + c''z') \left( x' \frac{d^2a}{dt^2} + y' \frac{d^2b}{dt^2} + z' \frac{d^2c}{dt^2} \right) - (ax' + by' + cz') \left( x' \frac{d^2a''}{dt^2} + y' \frac{d^2b''}{dt^2} + z' \frac{d^2c''}{dt^2} \right) \} &= \\ = \Sigma \{ (a''x' + b''y' + c''z') (aX' + bY' + cZ') - (ax' + by' + cz') (a''X' + b''Y' + c''Z') \} \\ \Sigma m \{ (a'x' + b'y' + c'z') \left( x' \frac{d^2a''}{dt^2} + y' \frac{d^2b''}{dt^2} + z' \frac{d^2c''}{dt^2} \right) - (a''x' + b''y' + c''z') \left( x' \frac{d^2a'}{dt^2} + y' \frac{d^2b'}{dt^2} + z' \frac{d^2c'}{dt^2} \right) \} &= \\ = \Sigma \{ (a'x' + b'y' + c'z') (a''X' + b''Y' + c''Z') - (a''x' + b''y' + c''z') (a'X' + b'Y' + c'Z') \}. \end{aligned}$$

Diese Gleichungen lassen sich sofort einfacher schreiben; löst man nämlich zunächst linker Hand vom Gleichheitszeichen unter den Summensymbolen, von denen offenbar die Cosinusfunctionen und deren Derivationen unabhängig sind, die Klammern auf, so werden vermöge der Gleichungen 5) (pag. 129), welche die Hauptachsen der Trägheit als Coordinatenachsen einführen, alle jene Glieder verschwinden, in denen die Producte  $x'y'$ ,  $x'z'$  und  $y'z'$  auftreten; rechter Hand wird die Auflösung der Klammern und die Benützung der in g), h) und i) enthaltenen Relationen die folgenden wesentlich einfacheren Formen ergeben:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma m \left\{ x'x' \left( a \frac{d^2a'}{dt^2} - a' \frac{d^2a}{dt^2} \right) + y'y' \left( b \frac{d^2b'}{dt^2} - b' \frac{d^2b}{dt^2} \right) + z'z' \left( c \frac{d^2c'}{dt^2} - c' \frac{d^2c}{dt^2} \right) \right\} &= \\ = \Sigma \{ c'' (x'Y' - y'X') + b'' (z'X' - x'Z') + a'' (y'Z' - z'Y') \} \\ \Sigma m \left\{ x'x' \left( a'' \frac{d^2a}{dt^2} - a \frac{d^2a''}{dt^2} \right) + y'y' \left( b'' \frac{d^2b}{dt^2} - b \frac{d^2b''}{dt^2} \right) + z'z' \left( c'' \frac{d^2c}{dt^2} - c \frac{d^2c''}{dt^2} \right) \right\} &= \\ = \Sigma \{ c' (x'Y' - y'X') + b' (z'X' - x'Z') + a' (y'Z' - z'Y') \} \\ \Sigma m \left\{ x'x' \left( a' \frac{d^2a''}{dt^2} - a'' \frac{d^2a'}{dt^2} \right) + y'y' \left( b' \frac{d^2b''}{dt^2} - b'' \frac{d^2b'}{dt^2} \right) + z'z' \left( c' \frac{d^2c''}{dt^2} - c'' \frac{d^2c'}{dt^2} \right) \right\} &= \\ = \Sigma \{ c (x'Y' - y'X') + b (z'X' - x'Z') + a (y'Z' - z'Y') \}. \end{aligned} \right\} \text{ 9)}$$

Multiplicirt man nun diese Gleichungen der Reihe nach mit  $c''$ ,  $c'$  und  $c$  und bildet deren Summe, so erhält man mit Rücksicht auf die Gleichungen 8) (pag. 130) und 1) (pag. 132) und auf das obige Relationstableau (pag. 131) die erste der unten angesetzten Gleichungen 10). Operirt man in analoger Weise, indem man die Gleichungen 9) mit  $b''$ ,  $b'$  und  $b$  multiplicirt, so wird man zur zweiten Relation in 10) gelangen; die Multiplication mit  $a''$ ,  $a'$  und  $a$  führt zur dritten.

$$\left. \begin{aligned} C \frac{dr}{dt} &= (A-B) pq + \Sigma (x' Y' - y' X') \\ B \frac{dq}{dt} &= (C-A) pr + \Sigma (z' X' - x' Z') \\ A \frac{dp}{dt} &= (B-C) qr + \Sigma (y' Z' - z' Y') \end{aligned} \right\} 10)$$

Dieses Gleichungssystem stellt die Euler'schen Differentialgleichungen für die Rotationsbewegung dar; wie man sieht, spielen in diesen Gleichungen die oben eingeführten Hilfsgrössen  $p$ ,  $q$  und  $r$  (Gleichung k) pag. 132) eine wichtige Rolle, weshalb es vortheilhaft sein wird, auf die Bedeutung derselben näher einzugehen.

Bezeichnet man mit  $\delta$  den Winkel, den zwei durch den Anfangspunkt der Coordinaten gezogene Gerade mit einander einschliessen, mit  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$  und  $\gamma_1$  die Winkel, welche die eine Linie mit den festen Coordinatenachsen, mit  $\alpha_2$ ,  $\beta_2$  und  $\gamma_2$  die Winkel, welche die andere Linie mit denselben einschliesst, so gilt bekanntlich die Relation:

$$\cos \delta = \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 + \cos \beta_1 \cos \beta_2 + \cos \gamma_1 \cos \gamma_2. \quad 11)$$

Betrachtet man nun das mit dem starren Körper rotirende Coordinatensystem in zwei nur durch das unendlich kleine Zeitintervall  $dt$  getrennten Lagen und bezeichnet die Coordinatenachsen für den ersten Fall mit  $X_1$ ,  $Y_1$  und  $Z_1$ , für den zweiten mit  $X_2$ ,  $Y_2$ ,  $Z_2$ , die Cosinus der Winkel, welche die  $X_1$ -Achse mit den festen Coordinatenachsen  $X$ ,  $Y$  und  $Z$  einschliesst, beziehungsweise mit  $a$ ,  $a'$  und  $a''$ , die analogen Grössen für die  $Y_1$ -Achse mit  $b$ ,  $b'$  und  $b''$ , für die  $Z_1$ -Achse mit  $c$ ,  $c'$  und  $c''$ , wobei die Buchstaben in derselben Bedeutung wie früher genommen sind, während für die zweite Lage des beweglichen Coordinatensystems beziehungsweise die Grössen  $a + da$ ,  $a' + da'$ ,  $a'' + da''$ ;  $b + db$ ,  $b' + db'$ ,  $b'' + db''$ ;  $c + dc$ ,  $c' + dc'$ ,  $c'' + dc''$  gelten, so findet sich, wenn man die durch die Achsen der beiden beweglichen Systeme eingeschlossenen Winkel durch die sie bildenden Achsen bezeichnet, mit Rücksicht auf die Formel 11):

$$\begin{aligned} \cos (X_1' X_2') &= a(a + da) + a'(a' + da') + a''(a'' + da'') \\ \cos (X_1' Y_2') &= a(b + db) + a'(b' + db') + a''(b'' + db'') \\ \cos (X_1' Z_2') &= a(c + dc) + a'(c' + dc') + a''(c'' + dc'') \\ \cos (Y_1' X_2') &= b(a + da) + b'(a' + da') + b''(a'' + da'') \\ \cos (Y_1' Y_2') &= b(b + db) + b'(b' + db') + b''(b'' + db'') \\ \cos (Y_1' Z_2') &= b(c + dc) + b'(c' + dc') + b''(c'' + dc'') \\ \cos (Z_1' X_2') &= c(a + da) + c'(a' + da') + c''(a'' + da'') \\ \cos (Z_1' Y_2') &= c(b + db) + c'(b' + db') + c''(b'' + db'') \\ \cos (Z_1' Z_2') &= c(c + dc) + c'(c' + dc') + c''(c'' + dc''). \end{aligned}$$



Betrachtet man die Incremente als unendlich klein, so erhält man mit Rücksicht auf die Relationen c), e), l) und k) (pag. 131 und 132) sofort

$$\begin{aligned}\cos (X_1' X_2') &= 1 \\ \cos (X_1' Y_2') &= adb + a'db' + a''db'' = -r dt \\ \cos (X_1' Z_2') &= adc + a'dc' + a''dc'' = q dt \\ \cos (Y_1' X_2') &= bda + b'da' + b''da'' = r dt \\ \cos (Y_1' Y_2') &= 1 \\ \cos (Y_1' Z_2') &= bdc + b'dc' + b''dc'' = -p dt \\ \cos (Z_1' X_2') &= cda + c'da' + c''da'' = -q dt \\ \cos (Z_1' Y_2') &= cdb + c'db' + c''db'' = p dt \\ \cos (Z_1' Z_2') &= 1.\end{aligned}$$

Projicirt man den Winkel  $(Y_1' X_2')$  auf die  $(X_1' Y_1')$  Ebene, so wird derselbe nicht geändert, denn die beiden Ebenen schliessen mit einander einen Winkel erster Ordnung ein, demnach entstehen durch die Projection nur Änderungen zweiter Ordnung; es ist also der Winkel zwischen der  $X_1'$ - und  $X_2'$ -Achse am Anfangspunkte der Coordinaten, wenn man die Drehung um die  $Z'$ -Achse im Zeitelemente  $dt$  von der positiven  $X'$ -Achse nach der positiven  $Y'$ -Achse gezählt mit  $r dt$  bezeichnet:

$$r dt = 90^\circ - (X_2' Y_1'),$$

oder mit Rücksicht darauf, dass die Verschiebungen unendlich klein sind, also der Bogen  $(90^\circ - X_2' Y_1')$ , dem Sinus gleich gesetzt werden kann:

$$r dt = \cos (X_2' Y_1');$$

$r$  ist demnach das Mass der Drehung des starren Körpers um die momentane  $Z'$ -Achse des mit dem starren Körper fest verbundenen Systems, welche, von der positiven Seite der  $Z'$ -Achse aus gesehen in dem Gange des Uhrzeigers entgegengesetztem Sinne stattfindet;  $r$  ist also die momentane Winkelgeschwindigkeit der  $Z'$ -Achse. Ähnliche Schlüsse führen zu dem Resultate, dass  $p$  und  $q$  beziehungsweise die momentanen Winkelgeschwindigkeiten der  $X'$ - und  $Y'$ -Achse darstellen, alle in demselben Sinne positiv gezählt, nämlich, von der positiven Seite der Drehungsachse gesehen, umgekehrt wie die Bewegung des Uhrzeigers.

Da Rotationsbewegungen nach denselben Gesetzen wie Kräfte vereinigt oder zerlegt werden können, so werden sich die drei Rotationen  $p$ ,  $q$  und  $r$  zu einer einzigen vereinigen lassen, deren Grösse bestimmt ist durch:

$$\omega = \sqrt{p^2 + q^2 + r^2}. \quad 12)$$

Diese Gleichung ist somit der Ausdruck für die Rotationsbewegung des starren Körpers um eine Achse, welche man, da dieselbe im Allgemeinen mit der Zeit veränderlich ist, als die instantane Drehungsachse bezeichnet. Die Winkel  $\alpha'$ ,  $\beta'$  und  $\gamma'$ , welche diese instantane Drehungsachse mit den Hauptachsen der Trägheit  $X'$ ,  $Y'$  und  $Z'$  beziehungsweise einschliesst, sind bestimmt durch:

$$\left. \begin{aligned}\cos \alpha' &= \frac{p}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}} \\ \cos \beta' &= \frac{q}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}} \\ \cos \gamma' &= \frac{r}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}}\end{aligned} \right\} \quad 13)$$

so dass, sobald die Euler'schen Grössen  $p, q$  und  $r$  bekannt sind, die Bestimmung der Lage der instantanen Drehungsachse gegen das mit dem rotirenden Körper fest verbundene System ohne Schwierigkeit vorgenommen werden kann. Will man die Lage der instantanen Drehungsachse auf ein fixes Coordinatensystem beziehen, so benützt man hierzu die Gleichung 11) (pag. 134); man wird unter  $\delta$  der Reihe nach den Winkel verstehen, welchen die instantane Drehungsachse mit der fixen  $X, Y$  und  $Z$ -Achse bildet; die Cosinus der Winkel, welche die feste  $X$ -Achse mit den beweglichen Achsen  $X' Y'$  und  $Z'$  der Reihe nach einschliesst, sind, wie oben (pag. 131) durch  $a, b, c$  bezeichnet, jene der festen  $Y$ -Achse mit denselben durch  $a', b'$  und  $c'$ , jene der  $Z$ -Achse mit  $a'', b''$  und  $c''$ ; nennt man also die Winkel, welche die instantane Drehungsachse der Reihe nach mit den fixen Achsen  $X, Y$  und  $Z$  einschliesst,  $\alpha'', \beta''$  und  $\gamma''$ , so hat man nach 11) (pag. 134) die Relationen:

$$\begin{aligned}\cos \alpha'' &= a \cos \alpha' + b \cos \beta' + c \cos \gamma' \\ \cos \beta'' &= a' \cos \alpha' + b' \cos \beta' + c' \cos \gamma' \\ \cos \gamma'' &= a'' \cos \alpha' + b'' \cos \beta' + c'' \cos \gamma'.\end{aligned}$$

Die Substitution der Ausdrücke 13) (pag. 135) in diese Gleichungen ergibt:

$$\left. \begin{aligned}\cos \alpha'' &= \frac{a p + b q + c r}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}} \\ \cos \beta'' &= \frac{a' p + b' q + c' r}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}} \\ \cos \gamma'' &= \frac{a'' p + b'' q + c'' r}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}},\end{aligned}\right\} \quad 14)$$

womit die Lage der instantanen Drehungsachse gegen das feste Coordinatensystem ohne Schwierigkeit bestimmt werden kann.

*β. Ersetzung der neun Cosinusfunctionen durch Functionen dreier von einander unabhängiger Bogen.*

Für die weiteren Operationen ist es förderlicher, statt der neun Cosinusfunctionen, zwischen denen sechs Bedingungsgleichungen bestehen, drei unabhängig Variable einzuführen; die Lösung dieser Aufgabe reducirt sich auf eine einfache Transformation der Coordinaten, mittelst welcher das eine Coordinatensystem durch drei passend gewählte Drehungen in das andere übergeführt wird; es soll, um für den Sinn der Drehung eine feste Regel zu haben, die Bestimmung getroffen werden, dass jener positiv gedacht wird, wenn die Drehung, vom positiven Ende der Drehungsachse aus gesehen, in der dem Gange des Uhrzeigers entgegengesetzten Richtung stattfindet. Es falle das feste Coordinatensystem für eine bestimmte Epoche mit der Ekliptik zusammen, die positive  $X$ -Achse wird nach dem Frühljahrsunkte, die positive  $Y$ -Achse nach einem Punkte, dessen Länge  $90^\circ$  ist, gerichtet sein; die positive  $Z$ -Achse trifft den Nordpol der Ekliptik. Das bewegliche Achsensystem gehört einer beliebigen Zeit an, der aufsteigende Knoten des demselben entsprechenden Äquators auf der festen Ekliptik wird nicht im Herbstpunkte liegen, sondern in einem Punkte, dessen Länge mit

$180^\circ + \psi$  bezeichnet werden soll;  $\psi$  ist demnach die Länge des absteigenden Knotens und wird ein kleiner Bogen sein, so lange der Zeitunterschied der beiden Epochen ein mässiger bleibt. Mit umgekehrtem Zeichen genommen wird also  $\psi$  (vergl. pag. 125) denjenigen Bogen ausdrücken, welcher die um die Nutation in Länge vermehrte luni-solare Präcession darstellt. Die Schiefe der Ekliptik ist bekanntlich die Neigung der Ekliptik gegen den Äquator, für welchen Winkel der Buchstabe  $\epsilon'$  gewählt werden soll; dieser Winkel findet sich an dem Punkte  $\psi$  vor, wo in der That der Voraussetzung nach der aufsteigende Knoten der Ekliptik im Äquator liegt. Der oben gegebenen Definition entsprechend ist also  $\epsilon'$  die Schiefe der festen Ekliptik gegen den jeweiligen beweglichen Äquator. Der Winkel, welchen die positive  $X'$ -Achse des beweglichen Systems mit der durch  $\psi$  gelegten Knotenlinie einschliesst, soll mit  $\varphi$  bezeichnet werden; derselbe wird positiv im Sinne der Rotationsrichtung der Erde gezählt und daher, wenn man sich die positive  $X'$ -Achse in den Meridian eines gegebenen Ortes gelegt denkt, sehr nahe mit der Sternzeit dieses Ortes identisch sein. Die positive bewegliche  $Y'$ -Achse trifft die Himmelskugel im Äquator, im Abstände  $90^\circ + \varphi$  vom Punkte  $\psi$ , die bewegliche  $Z'$ -Achse ist nach dem Nordpol des Äquators gerichtet.

Dreht man das oben als fest angenommene Coordinatensystem um die  $Z$ -Achse, und zwar im positiven Sinne um den Winkel  $\psi$ , so werden die Coordinaten eines Punktes in diesem neuen Systeme  $\xi_1$ ,  $\eta_1$  und  $\zeta_1$  mit den ursprünglichen Coordinaten  $x$ ,  $y$  und  $z$  durch die Relationen:

$$\left. \begin{aligned} \xi_1 &= x \cos \psi + y \sin \psi \\ \eta_1 &= y \cos \psi - x \sin \psi \\ \zeta_1 &= z. \end{aligned} \right\} 1)$$

verbunden sein. Die positive  $X$ -Achse dieses neuen Systems trifft einen Punkt, dessen Länge  $\psi$  ist; um nun die  $XY$  Ebene dieses neuen Systems, welche mit der Ebene der Ekliptik zusammenfällt, durch eine Drehung in die des beweglichen Äquators zu verwandeln, muss man die  $X$ -Achse als Drehungsachse betrachten und, die oben gemachte Definition über den Sinn der positiven Drehung festhaltend, eine Drehung im Betrage von  $360^\circ - \epsilon'$  ausführen. Die Relationen zwischen den Coordinaten dieses neuen Systems  $\xi_2$ ,  $\eta_2$  und  $\zeta_2$  und den Coordinaten  $\xi_1$ ,  $\eta_1$  und  $\zeta_1$  sind danach:

$$\left. \begin{aligned} \xi_2 &= \xi_1 \\ \eta_2 &= \eta_1 \cos \epsilon' - \zeta_1 \sin \epsilon' \\ \zeta_2 &= \zeta_1 \cos \epsilon' + \eta_1 \sin \epsilon'. \end{aligned} \right\} 2)$$

Die neue  $Z$ -Achse als Drehungsachse betrachtet, wird man endlich durch eine Drehung um den Winkel  $\varphi$  das Zusammenfallen der neuen Coordinatenachsen mit den Hauptachsen der Trägheit bewirken; die bestehenden Relationen sind:

$$\left. \begin{aligned} x' &= \xi_2 \cos \varphi + \eta_2 \sin \varphi \\ y' &= \eta_2 \cos \varphi - \xi_2 \sin \varphi \\ z' &= \zeta_2. \end{aligned} \right\} 3)$$

Substituirt man nun successive die Coordinaten  $x$ ,  $y$ ,  $z$  in die Gleichungen 2) und 3), so findet man durch Vergleichung der so gewonnenen Werthe mit den Gleichun-

gen a) (pag. 131) sofort die daselbst eingeführten Cosinusfunctionen durch Functionen von  $\psi$ ,  $\varepsilon'$  und  $\varphi$  ausgedrückt; die Ausführung der angezeigten Operationen ergibt:

$$\left. \begin{aligned} a &= -\sin \varphi \sin \psi \cos \varepsilon' + \cos \varphi \cos \psi \\ a' &= +\sin \varphi \cos \psi \cos \varepsilon' + \cos \varphi \sin \psi \\ a'' &= -\sin \varphi \sin \varepsilon' \\ b &= -\cos \varphi \sin \psi \cos \varepsilon' - \sin \varphi \cos \psi \\ b' &= +\cos \varphi \cos \psi \cos \varepsilon' - \sin \varphi \sin \psi \\ b'' &= -\cos \varphi \sin \varepsilon' \\ c &= -\sin \psi \sin \varepsilon' \\ c' &= +\cos \psi \sin \varepsilon' \\ c'' &= +\cos \varepsilon'. \end{aligned} \right\} 4)$$

Hiermit sind wohl die gewünschten Relationen erreicht; es wird jedoch zweckmässig sein, noch auf die differentiellen Verhältnisse Rücksicht zu nehmen. Die Differentiation der Gleichungen 4) ergibt, wenn man rechter Hand vom Gleichheitszeichen  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\varepsilon'$  als variabel betrachtet und sofort die aus denselben Gleichungen sich ergebenden Relationen einführt:

$$\left. \begin{aligned} da &= +bd\varphi - c \sin \varphi d\varepsilon' - a'd\psi \\ da' &= +b'd\varphi - c' \sin \varphi d\varepsilon' + ad\psi \\ da'' &= +b''d\varphi - c'' \sin \varphi d\varepsilon' \\ db &= -ad\varphi - c \cos \varphi d\varepsilon' - b'd\psi \\ db' &= -a'd\varphi - c' \cos \varphi d\varepsilon' + b'd\psi \\ db'' &= -a''d\varphi - c'' \cos \varphi d\varepsilon' \\ dc &= + (a \sin \varphi + b \cos \varphi) d\varepsilon' - c'd\psi \\ dc' &= + (a' \sin \varphi + b' \cos \varphi) d\varepsilon' + cd\psi \\ dc'' &= + (a'' \sin \varphi + b'' \cos \varphi) d\varepsilon'. \end{aligned} \right\} 5)$$

Denkt man sich diese Differentiationen nach der Zeit  $t$  durchgeführt und in die Gleichungen k) (pag. 132) eingesetzt, so wird man  $pdt$ ,  $qdt$  und  $rdt$  ohne Schwierigkeit als Functionen von  $d\varphi$ ,  $d\psi$  und  $d\varepsilon'$  erhalten. Mit Rücksicht auf die Reductionsformeln c) und i) (pag. 131) und die Gleichungen 4) (pag. 138) wird dann gefunden:

$$\left. \begin{aligned} rdt &= +d\varphi + \cos \varepsilon' d\psi \\ qdt &= -\cos \varphi \sin \varepsilon' d\psi + \sin \varphi d\varepsilon' \\ pdt &= -\sin \varphi \sin \varepsilon' d\psi - \cos \varphi d\varepsilon'. \end{aligned} \right\} 6)$$

Aus diesen Gleichungen folgt durch entsprechende Multiplication mit  $\sin \varphi$  und  $\cos \varphi$  und nachherige Addition:

$$\left. \begin{aligned} -\sin \varepsilon' d\psi &= +\sin \varphi p dt + \cos \varphi q dt \\ d\varepsilon' &= -\cos \varphi p dt + \sin \varphi q dt \\ d\varphi &= +r dt - \cos \varepsilon' d\psi = r dt + \sin \varphi \cotg \varepsilon' p dt + \cos \varphi \cotg \varepsilon' q dt, \end{aligned} \right\} 7)$$

woraus, wenn  $p$ ,  $q$  und  $r$  durch irgend ein Verfahren bestimmt sind, sofort die Änderungen der Grössen  $\psi$ ,  $\varepsilon'$  und  $\varphi$ , die sich auf das feste System beziehen, ermittelt werden können.

*γ. Transformation der Momentsummen.*

Die Euler'schen Differentialgleichungen 10) (pag. 134) enthalten die Summe der Momente, nämlich:

$$\left. \begin{aligned} L &= \Sigma (y' Z' - z' Y') \\ M &= \Sigma (z' X' - x' Z') \\ N &= \Sigma (x' Y' - y' X'). \end{aligned} \right\} 1)$$

Nimmt man nun an, ein materieller Punkt von der Masse  $M$ ,\*) wirke auf den starren Körper nach dem Newton'schen Attractionsgesetze, seine auf die Hauptachsen der Trägheit bezogenen Coordinaten seien  $x'$ ,  $y'$  und  $z'$  und setzt der Kürze halber:

$$r^2 = (x' - x')^2 + (y' - y')^2 + (z' - z')^2, \quad 2)$$

so sind die nach den Achsen zerlegten Kräfte (vergl. pag. 43), welche auf das Element  $m$  des starren Körpers wirken, bestimmt durch:

$$\left. \begin{aligned} X' &= \frac{M, m}{r^3} (x' - x') \\ Y' &= \frac{M, m}{r^3} (y' - y') \\ Z' &= \frac{M, m}{r^3} (z' - z'), \end{aligned} \right\} 3)$$

welche Relationen übrigens für ein beliebiges Coordinatensystem gelten. Danach werden die Drehungsmomente in 1), wenn man, um die Gesamtwirkung auf den starren Körper zu erhalten, wieder das Summenzeichen einführt:

$$\left. \begin{aligned} L &= \Sigma \frac{M, m}{r^3} (y' z' - z' y') \\ M &= \Sigma \frac{M, m}{r^3} (z' x' - x' z') \\ N &= \Sigma \frac{M, m}{r^3} (x' y' - y' x'). \end{aligned} \right\} 4)$$

Da  $M$ ,  $x'$ ,  $y'$  und  $z'$  von dem Summenzeichen nicht beeinflusst werden, so kann man dieselben als constante Factoren vor dasselbe bringen; ferner werden die folgenden Ausdrücke der gemachten Bemerkung gemäss Null sein, nämlich:

$$\begin{aligned} y' \Sigma z' \frac{M, m}{r^3} - z' \Sigma y' \frac{M, m}{r^3} &= 0 \\ z' \Sigma x' \frac{M, m}{r^3} - x' \Sigma z' \frac{M, m}{r^3} &= 0 \\ x' \Sigma y' \frac{M, m}{r^3} - y' \Sigma x' \frac{M, m}{r^3} &= 0. \end{aligned}$$

Denkt man sich diese Nullwerthe zu den entsprechenden Gleichungen 4) addirt, so erhält man ohne Schwierigkeit für die Drehungsmomente die Ausdrücke:

\*) Drückt man die Masse in Einheiten der Sonnenmasse und die durch die Kraft erzeugten Beschleunigungen in Einheiten der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne aus, so ist für  $M$ , eigentlich zu setzen  $M, k^2$ , wobei als Zeiteinheit der mittlere Sonnentag vorausgesetzt ist (vergl. pag. 49).

$$\left. \begin{aligned} L &= z, 'M, \Sigma \frac{y' - y, '}{r^3} m - y, 'M, \Sigma \frac{z' - z, '}{r^3} m \\ M &= x, 'M, \Sigma \frac{z' - z, '}{r^3} m - z, 'M, \Sigma \frac{x' - x, '}{r^3} m \\ N &= y, 'M, \Sigma \frac{x' - x, '}{r^3} m - x, 'M, \Sigma \frac{y' - y, '}{r^3} m, \end{aligned} \right\} 5)$$

welche sich mittelst der Einführung des Potentials  $V$  einfacher schreiben lassen; es ist, wenn man:

$$V = M, \Sigma \frac{m}{r},$$

und gemäss 2) (pag. 139):

$$\left( \frac{dr}{dx, '} \right) = \frac{x, ' - x'}{r}, \quad \left( \frac{dr}{dy, '} \right) = \frac{y, ' - y'}{r}, \quad \left( \frac{dr}{dz, '} \right) = \frac{z, ' - z'}{r}, \quad \left\{ 6 \right)$$

setzt, offenbar:

$$\begin{aligned} \left( \frac{dV}{dx, '} \right) &= - M, \Sigma \frac{x' - x'}{r^3} m \\ \left( \frac{dV}{dy, '} \right) &= - M, \Sigma \frac{y' - y'}{r^3} m \\ \left( \frac{dV}{dz, '} \right) &= - M, \Sigma \frac{z' - z'}{r^3} m. \end{aligned}$$

Die Gleichungen 5) erhalten somit die Form:

$$\left. \begin{aligned} L &= z, ' \left( \frac{dV}{dy, '} \right) - y, ' \left( \frac{dV}{dz, '} \right) \\ M &= x, ' \left( \frac{dV}{dz, '} \right) - z, ' \left( \frac{dV}{dx, '} \right) \\ N &= y, ' \left( \frac{dV}{dx, '} \right) - x, ' \left( \frac{dV}{dy, '} \right). \end{aligned} \right\} 7)$$

Es lassen sich aber die Drehungsmomente auch als Functionen der partiellen Differentialquotienten des Potentials nach den im vorigen Capitel eingeführten unabhängig Variablen  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\epsilon'$  darstellen; diese Transformation soll hier vorgenommen werden, weil dieselbe für die Folge wesentliche Vortheile bietet. Die oben eingeführte Kräftefunction enthält die auf das gewählte bewegliche, mit den Hauptträgheitsachsen zusammenfallende Coordinatensystem bezogenen Coordinaten der Massenelemente  $m_1, m_2, m_3, \dots$ , welche nach der Wahl dieses Coordinatensystems constant sind; dieselben sind von den Winkeln  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\epsilon'$  völlig unabhängig, ihre Ableitungen nach  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\epsilon'$  somit der Null gleich. Man kann daher die partiellen Differentialquotienten des Potentials nach  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\epsilon'$ , da dasselbe als von  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\epsilon'$  abhängige Grössen nur die Coordinaten  $x, ' , y, '$  und  $z, '$  enthält, vollständig darstellen durch:

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{dV}{d\varphi} \right) &= \left( \frac{dV}{dx, '} \right) \left( \frac{dx, '}{d\varphi} \right) + \left( \frac{dV}{dy, '} \right) \left( \frac{dy, '}{d\varphi} \right) + \left( \frac{dV}{dz, '} \right) \left( \frac{dz, '}{d\varphi} \right) \\ \left( \frac{dV}{d\psi} \right) &= \left( \frac{dV}{dx, '} \right) \left( \frac{dx, '}{d\psi} \right) + \left( \frac{dV}{dy, '} \right) \left( \frac{dy, '}{d\psi} \right) + \left( \frac{dV}{dz, '} \right) \left( \frac{dz, '}{d\psi} \right) \\ \left( \frac{dV}{d\epsilon'} \right) &= \left( \frac{dV}{dx, '} \right) \left( \frac{dx, '}{d\epsilon'} \right) + \left( \frac{dV}{dy, '} \right) \left( \frac{dy, '}{d\epsilon'} \right) + \left( \frac{dV}{dz, '} \right) \left( \frac{dz, '}{d\epsilon'} \right). \end{aligned} \right\} 8)$$

Sind die auf die fixe Ekliptik bezogenen Coordinaten des materiellen Punktes  $x, y$ , und  $z$ , so bestehen nach Gleichung a) und b) (pag. 131) die Relationen:

$$\left. \begin{aligned} x, ' &= ax, + a'y, + a''z, \\ y, ' &= bx, + b'y, + b''z, \\ z, ' &= cx, + c'y, + c''z, \end{aligned} \right\} 9a) \quad \left. \begin{aligned} x, &= a x, ' + b y, ' + c z, ' \\ y, &= a' x, ' + b' y, ' + c' z, ' \\ z, &= a'' x, ' + b'' y, ' + c'' z, ' \end{aligned} \right\} 9b)$$

wobei den neun Cosinusfunctionen die durch die Gleichungen 4) (pag. 138) festgestellten Bedeutungen zukommen; es ist danach, wenn man von den partiellen Differentialquotienten, welche die Gleichungen 5) (pag. 138) ergeben, mit Rücksicht auf die Gleichungen 9a) und 9b) und i) (pag. 131) Gebrauch macht:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx,'}{d\varphi} &= bx, + b'y, + b''z, = y, ' \\ \frac{dy,'}{d\varphi} &= -(ax, + a'y, + a''z,) = -x, ' \\ \frac{dz,'}{d\varphi} &= 0, \end{aligned} \right\} 10)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx,'}{d\psi} &= ay, - a'x, = y, '(ab' - ba') + z, '(ac' - ca') = c''y, ' - b''z, ' \\ \frac{dy,'}{d\psi} &= by, - b'x, = x, '(ba' - ab') + z, '(bc' - cb') = a''z, ' - c''x, ' \\ \frac{dz,'}{d\psi} &= cy, - c'x, = x, '(ca' - ac') + y, '(cb' - bc') = b''x, ' - a''y, ', \end{aligned} \right\} 11)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx,'}{d\epsilon'} &= -\sin \varphi (cx, + c'y, + c''z,) = -\sin \varphi z, ' \\ \frac{dy,'}{d\epsilon'} &= -\cos \varphi (cx, + c'y, + c''z,) = -\cos \varphi z, ' \\ \frac{dz,'}{d\epsilon'} &= \sin \varphi (ax, + a'y, + a''z,) + \cos \varphi (bx, + b'y, + b''z,) = \sin \varphi x, ' + \cos \varphi y, '. \end{aligned} \right\} 12)$$

Die Substitution dieser partiellen Differentialquotienten in 8) (pag. 140) ergibt:

$$\begin{aligned} \left(\frac{dV}{d\varphi}\right) &= y, '\left(\frac{dV}{dx, '}\right) - x, '\left(\frac{dV}{dy, '}\right) \\ \left(\frac{dV}{d\psi}\right) &= a''\left\{z, '\left(\frac{dV}{dy, '}\right) - y, '\left(\frac{dV}{dz, '}\right)\right\} + b''\left\{x, '\left(\frac{dV}{dz, '}\right) - z, '\left(\frac{dV}{dx, '}\right)\right\} + c''\left\{y, '\left(\frac{dV}{dx, '}\right) - x, '\left(\frac{dV}{dy, '}\right)\right\} \\ \left(\frac{dV}{d\epsilon'}\right) &= \sin \varphi \left\{x, '\left(\frac{dV}{dz, '}\right) - z, '\left(\frac{dV}{dx, '}\right)\right\} - \cos \varphi \left\{z, '\left(\frac{dV}{dy, '}\right) - y, '\left(\frac{dV}{dz, '}\right)\right\}. \end{aligned}$$

Führt man nun in diese Ausdrücke die Werthe nach 7) (pag. 140) ein und ersetzt die Cosinusfunctionen  $a''$ ,  $b''$  und  $c''$  nach den Gleichungen 4) (pag. 138); so erhält man ohne Schwierigkeit:

$$\begin{aligned} \left(\frac{dV}{d\varphi}\right) &= N \\ \left(\frac{dV}{d\psi}\right) &= -\sin \varphi \sin \epsilon' L - \cos \varphi \sin \epsilon' M + \cos \epsilon' N \\ \left(\frac{dV}{d\epsilon'}\right) &= \sin \varphi M - \cos \varphi L. \end{aligned}$$

Bestimmt man hieraus  $L$ ,  $M$  und  $N$ , so findet sich leicht:

$$\left. \begin{aligned} L &= \frac{\sin \varphi}{\sin \epsilon'} \left\{ \cos \epsilon' \left(\frac{dV}{d\varphi}\right) - \left(\frac{dV}{d\psi}\right) \right\} - \cos \varphi \left(\frac{dV}{d\epsilon'}\right) \\ M &= \frac{\cos \varphi}{\sin \epsilon'} \left\{ \cos \epsilon' \left(\frac{dV}{d\varphi}\right) - \left(\frac{dV}{d\psi}\right) \right\} + \sin \varphi \left(\frac{dV}{d\epsilon'}\right) \\ N &= \left(\frac{dV}{d\varphi}\right), \end{aligned} \right\} 13)$$

welche Werthe der durch die Gleichungen 1) (pag. 139) bestimmten Bedeutung der

Buchstaben  $L$ ,  $M$  und  $N$  gemäss in die Euler'schen Gleichungen 10) (pag. 139) eingesetzt, diesen die folgende Gestalt ertheilen:

$$\left. \begin{aligned} A \frac{dp}{dt} + (C - B)qr &= \frac{\sin \varphi}{\sin \varepsilon'} \left\{ \cos \varepsilon' \left( \frac{dV}{d\varphi} \right) - \left( \frac{dV}{d\psi} \right) \right\} - \cos \varphi \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) \\ B \frac{dq}{dt} + (A - C)pr &= \frac{\cos \varphi}{\sin \varepsilon'} \left\{ \cos \varepsilon' \left( \frac{dV}{d\varphi} \right) - \left( \frac{dV}{d\psi} \right) \right\} + \sin \varphi \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) \\ C \frac{dr}{dt} + (B - A)pq &= \left( \frac{dV}{d\varphi} \right). \end{aligned} \right\} \quad 14)$$

δ. *Entwicklung des Potentials  $V$  und seiner partiellen Differentialquotienten.*

Für das vorgelegte Potential wurde oben (pag. 140) die Form:

$$V = M, \Sigma \frac{m}{r}, \quad 1)$$

gefunden und hierbei:

$$r^2 = (x' - x')^2 + (y' - y')^2 + (z' - z')^2, \quad 2)$$

gesetzt. Führt man, entsprechend den früheren Annahmen, die Hauptachsen der Trägheit ein, so bestehen (vergl. 3) pag. 127 und 5) pag. 129) die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma m x' &= 0, & \Sigma m y' &= 0, & \Sigma m z' &= 0 \\ \Sigma m x'y' &= 0, & \Sigma m x'z' &= 0, & \Sigma m y'z' &= 0. \end{aligned} \right\} \quad 3)$$

Aus den Relationen (vergl. a) pag. 127 und 8) pag. 130):

$$\left. \begin{aligned} M &= \Sigma m, & B &= \Sigma m x'^2 + \Sigma m z'^2 \\ A &= \Sigma m y'^2 + \Sigma m z'^2, & C &= \Sigma m x'^2 + \Sigma m y'^2. \end{aligned} \right\} \quad 4)$$

wobei  $M$  die Gesammtmasse des starren Körpers vorstellt und nicht mit der Momentensumme  $M$  (vergl. 1) pag. 139) verwechselt werden darf, folgt:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma m x'^2 &= \frac{1}{2} (B + C - A), & \Sigma m z'^2 &= \frac{1}{2} (A + B - C) \\ \Sigma m y'^2 &= \frac{1}{2} (A + C - B), & \Sigma m (x'^2 + y'^2 + z'^2) &= \Sigma m r'^2 = \frac{1}{2} (A + B + C), \end{aligned} \right\} \quad 5)$$

in welchen Gleichungen für  $x'^2 + y'^2 + z'^2$  der Kürze halber  $r'^2$  gesetzt ist. Bezeichnet man aber in analoger Weise mit  $r'^2$  den Werth  $x'^2 + y'^2 + z'^2$ , so resultirt aus der Gleichung 2) sofort:

$$r^2 = r'^2 + r'^2 - 2 (x'x' + y'y' + z'z'). \quad 6)$$

In dem vorliegenden Falle werden die Dimensionen des starren Körpers im Verhältnisse mit der Entfernung des anziehenden Punktes vom Schwerpunkt  $r'$  klein sein, weshalb man mit Vorthail von einer Entwicklung nach steigenden Potenzen des Verhältnisses  $r': r'$  Gebrauch machen kann; es ist zunächst:

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r'} \left\{ 1 - \frac{2}{r'^2} (x'x' + y'y' + z'z') + \left( \frac{r'}{r'} \right)^2 \right\}^{-1/2}.$$

Das Mittelglied des Klammerausdruckes ist in Bezug auf das oben genannte Verhältniss erster, das letzte zweiter Ordnung. Führt man die Entwicklung dieses Klammerausdruckes nach dem binomischen Satze durch, so finden sich die Glieder:



ter Ordnung: 1

$$\left. \begin{aligned} 1\text{ter} \quad & \text{,,} \quad : \frac{1}{r'^2} \{x'x' + y'y' + z'z'\} \\ 2\text{ter} \quad & \text{,,} \quad : \frac{3}{2r'^4} \{x'x' + y'y' + z'z'\}^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{r'}{r'}\right)^2 \\ 3\text{ter} \quad & \text{,,} \quad : \frac{5}{2r'^6} \{x'x' + y'y' + z'z'\}^3 - \frac{3r'^2}{2r'^4} \{x'x' + y'y' + z'z'\} \\ & \text{u. s. f. . . .} \end{aligned} \right\} 7)$$

Multiplirt man diese Ausdrücke mit  $\frac{M,m}{r'}$  und setzt jedem einzelnen das Summenzeichen vor, um alle Elemente  $m$  und deren Coordinaten  $x'$ ,  $y'$  und  $z'$  in Betracht zu ziehen, so findet man die Glieder nullter Ordnung:

$$M, \Sigma \frac{m}{r'} = \frac{M,M}{r'} \cdot \{ \quad \} \quad 8)$$

Die Glieder erster Ordnung verschwinden nach den ersten in der Gleichung 3) (pag. 142) eingeführten Bedingungen. Für die Glieder zweiter Ordnung denke man sich zunächst die Quadrirung der Klammerausdrücke ausgeführt, dann werden die Summen der doppelten Producte wegen der zweiten Gleichungen in 3) (pag. 142) verschwinden; die restirenden Quadrate geben mit Rücksicht auf die Relationen 5) (pag. 142) sofort:

$$\frac{1}{4} \frac{M}{r'^5} \{x'^2 (B+C-A) + y'^2 (A+C-B) + z'^2 (A+B-C)\} - \frac{M}{4r'^3} (A+B+C). \quad 9)$$

Man könnte diese Ausdrücke auch zusammenziehen, wenn man das letzte Glied mit:

$$\frac{x'^2}{r'^2} + \frac{y'^2}{r'^2} + \frac{z'^2}{r'^2},$$

multipliciren würde, welcher Factor offenbar der Einheit gleich kommt; dann würde das Glied zweiter Ordnung sich schreiben lassen:

$$\frac{M}{2r'^5} \{x'^2 (B+C-2A) + y'^2 (C+A-2B) + z'^2 (A+B-2C)\};$$

doch ist die erstere Form für die vorliegende Aufgabe bequemer. Es wird gut sein zu bemerken, dass die bisher entwickelten Glieder von der Gestalt des angezogenen Körpers gewissermassen unabhängig und nur die Trägheitsmomente massgebend sind.

Die Glieder dritter Ordnung lassen sich nicht mehr auf so einfache Formen zurückführen, doch gewinnt man leicht die Einsicht, dass dieselben völlig verschwinden müssen, sobald man voraussetzt, die Erde sei aus Schichten zusammengesetzt, welche in Bezug auf den Schwerpunkt symmetrisch sind. Führt man nämlich die Summation in Bezug auf die mit dem Massenelement multiplicirten Coordinaten aus und beachtet, dass die Summe der Exponenten in jedem Gliede für die Coordinaten  $x'$ ,  $y'$  und  $z'$  gleich drei sein muss, so wird, falls der starre Körper in Bezug auf den Schwerpunkt symmetrisch ist, jeder positiven eine negative Combination von derselben Grösse entsprechen, deren Summe im Resultate verschwindet. Da die Erde wol sehr nahe symmetrisch ist die Pendelbeobachtungen ergaben bislang keine entschiedene Asymmetrie, und die Glieder dritter Ordnung an sich klein sind.

begeht man durch die Vernachlässigung der letzteren nur einen Fehler dritter Ordnung in die gewiss kleine Asymmetrie der Erde. Man kann demnach die Behauptung aufstellen, dass die Summe der Gleichungen 8) und 9) (pag. 143) bereits das Potential in sehr bedeutender Annäherung darstellt.

Für die oben entwickelten Formeln der störenden Kräfte bedarf man aber nur gewisser partieller Differentialquotienten des Potentials und zwar der partiellen Derivationen nach  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\varepsilon'$ . Da die Massen  $M$  und  $M_1$ , die Trägheitsmomente  $A$ ,  $B$ ,  $C$  und endlich die Entfernung  $r_1'$ , auf welche Grössen die Drehung des Coordinatensystems durchaus keinen Einfluss nehmen kann, von den Winkeln  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\varepsilon'$ , welche in den Coordinaten  $x_1'$ ,  $y_1'$  und  $z_1'$  enthalten sind, nicht abhängen, so kann man für die vorliegenden Zwecke alle jene Glieder des Potentials weglassen, welche die eben genannten Coordinaten nicht in sich schliessen; es fällt somit das Glied erster Ordnung 8) (pag. 143) und der zweite Theil in dem Ausdrucke für die Glieder zweiter Ordnung 9) (pag. 143) weg. Ausserdem wird es erlaubt sein, da die Gestalt der Erde sehr nahe einem Rotationskörper entspricht:

$$A = B,$$

zu setzen; diese Annahme ist um so mehr gerechtfertigt als, wenn auch recht merkliche Unterschiede zwischen  $A$  und  $B$  beständen, die übrigens bisher mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen sind, aus derselben nur unmerkliche Glieder sehr kurzer Periode hervorgehen würden. Es würden daher für die partiellen Differentialquotienten des Potentials die folgenden Glieder in demselben zu berücksichtigen sein:

$$\frac{3}{4} \frac{M_1}{r_1'^5} \{ (x_1'^2 + y_1'^2) C + z_1'^2 (2A - C) \}.$$

Addirt und subtrahirt man in der Klammer den Werth:

$$z_1'^2 C,$$

so nimmt der Klammerausdruck, ohne seinen Werth zu ändern, die Gestalt:

$$(x_1'^2 + y_1'^2 + z_1'^2) C + 2z_1'^2 (A - C) = r_1'^2 C + 2z_1'^2 (A - C)$$

an. Das Glied  $r_1'^2 C$  ist aber den oben gemachten Bemerkungen gemäss von  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\varepsilon'$  unabhängig; bezeichnet man daher mit  $F$  jene Glieder des Potentials, die allein Beiträge für die geforderten partiellen Differentialquotienten liefern, so erhält man hierfür:

$$F = \frac{3M_1}{2r_1'^5} (A - C) z_1'^2, \quad (10)$$

wobei aber sein wird.

$$\left( \frac{dV}{d\varphi} \right) = \left( \frac{dF}{d\varphi} \right), \quad \left( \frac{dV}{d\psi} \right) = \left( \frac{dF}{d\psi} \right), \quad \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) = \left( \frac{dF}{d\varepsilon'} \right), \quad (11)$$

somit auch:

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{dV}{d\varphi} \right) &= \frac{3M_1}{r_1'^5} (A - C) z_1' \left( \frac{dz_1'}{d\varphi} \right) \\ \left( \frac{dV}{d\psi} \right) &= \frac{3M_1}{r_1'^5} (A - C) z_1' \left( \frac{dz_1'}{d\psi} \right) \\ \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) &= \frac{3M_1}{r_1'^5} (A - C) z_1' \left( \frac{dz_1'}{d\varepsilon'} \right) \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Um  $z'$  durch  $x$ ,  $y$ , und  $z$ , auszudrücken, welche Coordinaten des anziehenden materiellen Punktes sich auf ein festes Coordinatensystem beziehen, also von  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\varepsilon'$  unabhängig sind, wird man sich der dritten Relation in 9a) (pag. 140) bedienen, dieselbe liefert:

$$z' = cx + c'y + c''z,$$

und ersetzt man hierin die Cosinusfunctionen  $c$ ,  $c'$  und  $c''$  durch die Gleichungen 4) (pag. 138), so findet sich:

$$z' = -\sin \psi \sin \varepsilon' x + \cos \psi \sin \varepsilon' y + \cos \varepsilon' z. \quad 13)$$

Bildet man nun die partiellen Differentialquotienten von  $z'$  nach  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\varepsilon'$ , so sieht man sofort, dass, da  $z'$  den Winkel  $\varphi$  nicht enthält (die Coordinaten  $x$ ,  $y$ , und  $z$ , sind den obigen Bemerkungen nach ebenfalls von  $\varphi$ ,  $\psi$  und  $\varepsilon'$  unabhängig), die Ableitung nach  $\varphi$  verschwindet; es ist also:

$$\left(\frac{dV}{d\varphi}\right) = 0. \quad 14)$$

Dieses Resultat ist für die weiter unten folgenden Integrationen von hoher Wichtigkeit und erklärt sich aus dem Umstande, dass  $A = B$  gesetzt wurde.

Bezeichnet man die auf die feste Ekliptik bezogenen geocentrischen polaren Coordinaten des anziehenden Massenpunktes mit  $l'$ ,  $b'$  und seine Entfernung mit  $r'$ , so wird sein:

$$x = r' \cos l' \cos b'$$

$$y = r' \sin l' \cos b'$$

$$z = r' \sin b'.$$

daher mit Rücksicht auf 13):

$$F = -\frac{3M_1(C-A)}{2r'^3} \{ \sin \varepsilon' \cos b' \sin (l' - \psi) + \cos \varepsilon' \sin b' \}^2,$$

und man hat schliesslich:

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{dV}{d\psi}\right) \frac{dt}{\sin \varepsilon' n C} &= \frac{3M_1(C-A)}{n C r'^3} \{ \sin \varepsilon' \cos b' \sin (l' - \psi) + \cos \varepsilon' \sin b' \} \times \\ &\quad \times \{ \cos b' \cos (l' - \psi) \} dt \\ \left(\frac{dV}{d\varepsilon'}\right) \frac{dt}{\sin \varepsilon' n C} &= -\frac{3M_1(C-A)}{n C r'^3} \{ \sin \varepsilon' \cos b' \sin (l' - \psi) + \cos \varepsilon' \sin b' \} \times \\ &\quad \times \{ \cotg \varepsilon' \cos b' \sin (l' - \psi) - \sin b' \} dt. \end{aligned} \right\} \quad 15)$$

Die Integration dieser Ausdrücke führt, wie später gezeigt werden wird, zur Kenntnis der Werthe  $\psi$  und  $\varepsilon'$ ; zwar enthalten dieselben die zu suchenden Grössen  $\psi$  und  $\varepsilon'$  selbst, doch sieht man wol sogleich ein, dass dieser Umstand der bis auf Grössen zweiter Ordnung exclusive richtigen Integration kein wesentliches Hindernis bietet, da  $\psi$  von der Ordnung der störenden Kräfte,  $\varepsilon'$  aber bis auf Grössen derselben Ordnung constant ist; die Resultate dieser ersten Integration werden ausreichend genau sein, um die zweite Näherung durchzuführen u. s. f.; es wird sich aber zeigen, dass auf Grundlage der vorhandenen Untersuchungen von diesen successiven Annäherungen Umgang genommen werden kann. Schliesslich wird es gut sein, sich zu erinnern, dass die vorliegende Untersuchung den Erdkörper als starr voraussetzt, welcher Annahme wesentliche Zweifel entgegengesetzt werden können.

ε. Zurückführung der Differentialgleichungen für die Bewegung der Erdachse auf Quadraturen.

Die Integration der oben (pag. 142) entwickelten Differentialgleichung für die Bewegung der Erdachse soll in etwas anderer, wenn auch weitläufigerer Weise, als dies sonst üblich ist, durchgeführt werden, weil das hier einzuschlagende Verfahren zur klaren Beurtheilung der auftretenden Umstände besonders geeignet erscheint und zu strenge Ausdrücken führt.

Setzt man in den Gleichungen 14) (pag. 142), wie dies schon bei der Entwicklung des Potentials geschehen ist,  $A = B$ , was mit der Annahme zusammentrifft, dass die Erde ein Rotationskörper sei, und benützt die aus derselben Voraussetzung resultirende Relation:

$$\left(\frac{dV}{d\varphi}\right) = 0,$$

die als Gleichung 14) (pag. 145) angeführt ist, so gestalten sich die bezüglichen Differentialgleichungen für die Rotationsbewegung des starr gedachten Erdkörpers, wie folgt:

$$\left. \begin{aligned} A \frac{dp}{dt} + (C-A)qr &= -\frac{\sin \varphi}{\sin \varepsilon'} \left(\frac{dV}{d\psi}\right) - \cos \varphi \left(\frac{dV}{d\varepsilon'}\right) \\ A \frac{dq}{dt} - (C-A)pr &= -\frac{\cos \varphi}{\sin \varepsilon'} \left(\frac{dV}{d\psi}\right) + \sin \varphi \left(\frac{dV}{d\varepsilon'}\right) \\ C \frac{dr}{dt} &= 0. \end{aligned} \right\} 1)$$

Die Integration der dritten Gleichung liefert sofort:

$$r = \text{Constante} = n. \quad 2)$$

Die Rotationsgeschwindigkeit der Erde um ihre kleine Achse ist demnach constant und muss als willkürliche Integrationsconstante aus den Beobachtungen bestimmt werden. Mit Rücksicht auf dieses Resultat können die beiden ersten Gleichungen in 1) nunmehr wie folgt geschrieben werden:

$$\left. \begin{aligned} A \frac{dp}{dt} + (C-A)nq &= -\frac{\sin \varphi}{\sin \varepsilon'} \left(\frac{dV}{d\psi}\right) - \cos \varphi \left(\frac{dV}{d\varepsilon'}\right) \\ A \frac{dq}{dt} - (C-A)np &= -\frac{\cos \varphi}{\sin \varepsilon'} \left(\frac{dV}{d\psi}\right) + \sin \varphi \left(\frac{dV}{d\varepsilon'}\right). \end{aligned} \right\} 3)$$

Denkt man sich diese Gleichungen unter der Annahme, dass keine äusseren Kräfte wirken, zur Integration vorgelegt, was mit der Bedingung zusammenfällt, dass die Glieder rechter Hand vom Gleichheitszeichen Null sind, so wird man finden, dass denselben für  $p$  und  $q$  die folgenden Formen:

$$\left. \begin{aligned} p &= \xi \cos \left(n \frac{C-A}{A} t\right) + \eta \sin \left(n \frac{C-A}{A} t\right) \\ q &= \xi \sin \left(n \frac{C-A}{A} t\right) - \eta \cos \left(n \frac{C-A}{A} t\right), \end{aligned} \right\} 4)$$

genügen, in denen  $\xi$  und  $\eta$  die willkürlichen Integrationsconstanten darstellen; betrachtet man aber diese ebenfalls als mit der Zeit veränderlich, so wird man durch

Variation derselben den Gleichungen 3) und 4) genügen können. Differentiirt man unter dieser Voraussetzung die Gleichungen 4), so ergibt sich:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp}{dt} &= -\frac{C-A}{A} q n + \cos \left( n \frac{C-A}{A} t \right) \frac{d\xi}{dt} + \sin \left( n \frac{C-A}{A} t \right) \frac{d\eta}{dt} \\ \frac{dq}{dt} &= \frac{C-A}{A} p n + \sin \left( n \frac{C-A}{A} t \right) \frac{d\xi}{dt} - \cos \left( n \frac{C-A}{A} t \right) \frac{d\eta}{dt} \end{aligned} \right\} 5)$$

Die Substitution der Werthe von  $p$  und  $q$  aus den Gleichungen 4) und 5) in die Gleichungen 3) lässt, wenn man abkürzend schreibt:

$$\mu = n \frac{C-A}{A}, \quad 6)$$

finden:

$$\begin{aligned} A \left\{ \cos \mu t \frac{d\xi}{dt} + \sin \mu t \frac{d\eta}{dt} \right\} &= -\frac{\sin \varphi}{\sin \varepsilon'} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) - \cos \varphi \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) \\ A \left\{ \sin \mu t \frac{d\xi}{dt} - \cos \mu t \frac{d\eta}{dt} \right\} &= -\frac{\cos \varphi}{\sin \varepsilon'} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) + \sin \varphi \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right), \end{aligned}$$

woraus für  $d\xi$  und  $d\eta$  leicht die Ausdrücke:

$$\begin{aligned} A \frac{d\xi}{dt} &= -\frac{\sin(\mu t + \varphi)}{\sin \varepsilon'} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) - \cos(\mu t + \varphi) \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) \\ A \frac{d\eta}{dt} &= +\frac{\cos(\mu t + \varphi)}{\sin \varepsilon'} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) - \sin(\mu t + \varphi) \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right), \end{aligned} \quad 7)$$

resultiren, deren Integration zu folgenden Gleichungen führt:

$$\begin{aligned} \xi &= \xi_0 - \int \left\{ \frac{\sin(\mu t + \varphi)}{\sin \varepsilon' A} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) + \frac{\cos(\mu t + \varphi)}{A} \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) \right\} dt \\ \eta &= \eta_0 + \int \left\{ \frac{\cos(\mu t + \varphi)}{\sin \varepsilon' A} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) - \frac{\sin(\mu t + \varphi)}{A} \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) \right\} dt. \end{aligned} \quad 8)$$

$\xi_0$  und  $\eta_0$  sind die Integrationsconstanten und hängen von den Anfangszuständen ab; auf die nähere Bedeutung jener und die durch dieselben bewirkten Bewegungen wird weiter unten ausführlicher eingegangen werden.

Denkt man sich die partiellen Differentialquotienten von  $V$  als Functionen der Zeit entwickelt, so werden die angezeigten Integrationen die Kenntniss der Grösse  $\varphi$  als Function der Zeit erfordern; nun ist aber nach der Gleichung 7) (pag. 138):

$$d\varphi = r dt - \cos \varepsilon' d\psi,$$

sonach mit Rücksicht auf 2) (pag. 146):

$$\varphi = \varphi_0 + n t - \int \cos \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} dt.$$

Die Integrationsconstante  $\varphi_0$  kann beliebig gewählt werden, da die Erde als Rotationskörper vorausgesetzt ist; man kann sich demnach die positive  $X'$ -Achse in den Meridian eines bestimmten Erdortes gelegt denken und die Integrationsconstante  $\varphi_0$  der Null gleich annehmen.  $\varphi$  tritt bei der Integration stets in Verbindung mit  $\mu$  auf, woraus sich der Bedeutung dieses Buchstabens gemäss (vergl. Gleichung 6) (pag. 147) leicht findet:

$$\begin{aligned} \mu t + \varphi &= \frac{C}{A} n t - \int \cos \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} dt \\ \mu + \frac{d\varphi}{dt} &= \frac{C}{A} n - \cos \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} = \mu'. \end{aligned} \quad 9)$$

$\mu'$  wird man selbst bei den genauesten Rechnungen mit  $\frac{C}{A} n$  identificiren können.

denn wählt man als Einheit den Sterntag, so wird  $n$  mit 1296000" anzunehmen sein, während das Hauptglied des zweiten Theiles von  $\mu'$  kaum 0"12 erreicht; jedenfalls wird man in der ersten Näherung dieses zweite Glied weglassen, für die weiteren Annäherungen das Resultat der vorangehenden benützen, und da das Hauptglied von  $\frac{d\psi}{dt}$  nahezu constant ist, ohne merklichen Fehler dasselbe für  $\mu'$  voraussetzen und daher  $(\mu' - \mu)t = \varphi$  annehmen können. Es stehen somit den in den Gleichungen 8) angezeigten Integrationen so lange keine wesentlichen Hindernisse entgegen, als die störenden Kräfte so klein sind, dass eine Entwicklung nach steigenden Potenzen derselben eine genügende Convergenz darbietet.

Substituirt man die in 4) (pag. 146) erhaltenen Werthe für  $p$  und  $q$  in die Gleichungen 7) (pag. 138), so findet sich leicht:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\epsilon'}{dt} &= -\xi \cos(\mu t + \varphi) - \eta \sin(\mu t + \varphi) \\ -\sin \epsilon' \frac{d\psi}{dt} &= \xi \sin(\mu t + \varphi) - \eta \cos(\mu t + \varphi) \\ \frac{d\varphi}{dt} &= n + \cotg \epsilon' \xi \sin(\mu t + \varphi) - \cotg \epsilon' \eta \cos(\mu t + \varphi), \end{aligned} \right\} \quad 10)$$

in welchen Ausdrücken  $\xi$  und  $\eta$  nach den Gleichungen 8) (pag. 147) bestimmt werden können; die Integration der Gleichungen 10) liefert sofort die verlangten Quantitäten durch Quadraturen, nämlich:

$$\left. \begin{aligned} \epsilon' &= \epsilon'_0 - \int \{ \xi \cos(\mu t + \varphi) + \eta \sin(\mu t + \varphi) \} dt \\ -\psi &= -\psi_0 + \int \left\{ \frac{\xi}{\sin \epsilon'} \sin(\mu t + \varphi) - \frac{\eta}{\sin \epsilon'} \cos(\mu t + \varphi) \right\} dt \\ \varphi &= \varphi_0 + n t + \int \{ \cotg \epsilon' \xi \sin(\mu t + \varphi) - \cotg \epsilon' \eta \cos(\mu t + \varphi) \} dt, \end{aligned} \right\} \quad 11)$$

in welchen Ausdrücken  $\epsilon'_0$ ,  $-\psi_0$  und  $\varphi_0$  die willkürlichen Integrationsconstanten darstellen. Die in 8) und 11) auftretenden Integrale enthalten theilweise die zu bestimmenden Incremente selbst, doch stets in Verbindung mit den störenden Kräften, weshalb der Ermittlung dieser Integrale durch successive Näherungen keine Schwierigkeiten entgegenstehen. Wiewol die Berechnung mit Hilfe der Quadraturen in 8) und 11) wenig an Bequemlichkeit zu wünschen übrig lässt, so werden sich doch noch anderweitige Formeln aufstellen lassen, die bei der thatsächlichen Anwendung den Vorzug verdienen, besonders wenn man, wie dies im folgenden Kapitel geschieht, die Bewegungen der instantanen Drehungsachse verfolgt. Differentiirt man die ersten beiden Formeln in 10) nach der Zeit, so wird man finden:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left( \frac{d\epsilon'}{dt} \right) &= -\mu' \sin \epsilon' \frac{d\psi}{dt} - \cos(\mu t + \varphi) \frac{d\xi}{dt} - \sin(\mu t + \varphi) \frac{d\eta}{dt} \\ \frac{d}{dt} \left( -\sin \epsilon' \frac{d\psi}{dt} \right) &= -\mu' \frac{d\epsilon'}{dt} + \sin(\mu t + \varphi) \frac{d\xi}{dt} - \cos(\mu t + \varphi) \frac{d\eta}{dt}. \end{aligned}$$

Ersetzt man in dieser Gleichung die Differentialquotienten von  $\xi$  und  $\eta$  durch die entsprechenden Relationen in 7) (pag. 147), so findet sich, wenn man das Resultat der zweiten Gleichung zuerst ansetzt:

$$\left. \begin{aligned} \mu' \frac{d\epsilon'}{dt} &= \frac{d}{dt} \left( \sin \epsilon' \frac{d\psi}{dt} \right) - \frac{1}{\sin \epsilon' A} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) \\ -\mu' \sin \epsilon' \frac{d\psi}{dt} &= \frac{d}{dt} \left( \frac{d\epsilon'}{dt} \right) - \frac{1}{A} \left( \frac{dV}{d\epsilon'} \right). \end{aligned} \right\} \quad 12)$$

Führt man nun für  $\mu'$  seinen Werth nach 9) (pag. 147) ein, so erhält man :

$$\left. \begin{aligned} \frac{ds'}{dt} &= \frac{A}{n C} \frac{d}{dt} \left( \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} \right) - \frac{1}{\sin \varepsilon' n C} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) + \frac{A \cos \varepsilon'}{n C} \frac{d\psi}{dt} \frac{ds'}{dt} \\ - \frac{d\psi}{dt} &= \frac{A}{\sin \varepsilon' n C} \frac{d}{dt} \left( \frac{ds'}{dt} \right) - \frac{1}{\sin \varepsilon' n C} \left( \frac{dV}{ds'} \right) - \frac{A \cos \varepsilon'}{n C} \frac{d\psi}{dt} \frac{d\psi}{dt} \end{aligned} \right\} 13)$$

Bedenkt man, dass geschrieben werden kann :

$$\frac{1}{\sin \varepsilon'} \frac{d}{dt} \left( \frac{ds'}{dt} \right) = \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{\sin \varepsilon'} \frac{ds'}{dt} \right) + \frac{\cot \varepsilon'}{\sin \varepsilon'} \frac{ds'}{dt} \frac{d\varepsilon'}{dt},$$

so ergibt die Integration der Gleichungen 13) :

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon' &= \varepsilon_0' - \int \left( \frac{dV}{d\psi} \right) \frac{dt}{\sin \varepsilon' n C} + \frac{A \sin \varepsilon'}{n C} \frac{d\psi}{dt} + \int \frac{A \cos \varepsilon'}{n C} \frac{d\psi}{dt} \frac{ds'}{dt} dt \\ \psi &= \psi_0 + \int \left( \frac{dV}{ds'} \right) \frac{dt}{\sin \varepsilon' n C} - \frac{A \cos \varepsilon'}{n C} \frac{ds'}{dt} + \int \frac{A \cos \varepsilon'}{n C} \left\{ \frac{d\psi}{dt} \frac{d\psi}{dt} - \frac{1}{\sin \varepsilon'^2} \frac{ds'}{dt} \frac{d\varepsilon'}{dt} \right\} dt, \end{aligned} \right\} 14)$$

welche Gleichungen, da keine Vernachlässigungen eingeführt sind, völlig streng sind. Das letzte Glied in jeder dieser Gleichungen ist offenbar zweiter Ordnung, kann daher in der ersten Annäherung übergangen werden, doch bleiben diese Glieder stets so klein, dass sie selbst bei den genauesten Rechnungen ohne wesentlichen Nachtheil fortgelassen werden können. Die dritten Glieder, von denen das eine mit dem Differentialquotienten von  $\psi$ , das andere mit dem von  $\varepsilon'$  multiplicirt erscheint, bedürfen besonderer Berücksichtigung. Dieselben werden gewöhnlich mit der Bemerkung abgefertigt, dass sie als nothwendig klein fortgelassen werden dürfen; wie sich jedoch im Verlaufe der Untersuchung zeigen wird, geben ganz andere Gründe, die man gewöhnlich nicht angeführt findet, die Berechtigung, bei der Ermittlung der Präcession und Nutation von diesen Gliedern abzusehen; bei der Integration der vorliegenden Gleichungen hingegen wird deren Mitnahme jedenfalls empfohlen werden müssen. Das Vorhandensein derselben zeigt, dass in den Gleichungen 14) die Zurückführung der Differentialgleichungen auf Quadraturen, die durch die Gleichungen 8) (pag. 147) und 11) (pag. 148) geleistet wird, nicht vollständig erreicht ist; doch kann diese leicht mit Hilfe der eben angeführten Gleichungen bewerkstelligt werden; es ist nämlich nach denselben :

$$\left. \begin{aligned} \frac{ds'}{dt} &= -\xi_0 \cos(\mu t + \varphi) + \frac{\cos(\mu t + \varphi)}{A} \int \left\{ \frac{\sin(\mu t + \varphi)}{\sin \varepsilon'} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) + \right. \\ &\quad \left. + \cos(\mu t + \varphi) \left( \frac{dV}{ds'} \right) \right\} dt \\ &\quad - \eta_0 \sin(\mu t + \varphi) - \frac{\sin(\mu t + \varphi)}{A} \int \left\{ \frac{\cos(\mu t + \varphi)}{\sin \varepsilon'} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) - \right. \\ &\quad \left. - \sin(\mu t + \varphi) \left( \frac{dV}{ds'} \right) \right\} dt \\ \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} &= -\xi_0 \sin(\mu t + \varphi) + \frac{\sin(\mu t + \varphi)}{A} \int \left\{ \frac{\sin(\mu t + \varphi)}{\sin \varepsilon'} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) + \right. \\ &\quad \left. + \cos(\mu t + \varphi) \left( \frac{dV}{ds'} \right) \right\} dt \\ &\quad + \eta_0 \cos(\mu t + \varphi) + \frac{\cos(\mu t + \varphi)}{A} \int \left\{ \frac{\cos(\mu t + \varphi)}{\sin \varepsilon'} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) - \right. \\ &\quad \left. - \sin(\mu t + \varphi) \left( \frac{dV}{ds'} \right) \right\} dt. \end{aligned} \right\} 15)$$

Die in diesen Gleichungen auftretenden Integrale werden der Null gleich, wenn keine störenden Kräfte vorhanden sind, während die Grössen  $\xi_0$  und  $\eta_0$  als willkürliche Integrationsconstanten aus den Beobachtungen bestimmt werden müssen. Es sollen zunächst die Wege angedeutet werden, auf welchen das Vorhandensein dieser Glieder nachgewiesen werden kann. Nimmt man, um die Lage der instantanen Drehungsachse gegen die kleine Achse des Erdellipsoids zu bestimmen, die Gleichungen 13) (pag. 135) vor, so erhält man mit Rücksicht auf die Gleichungen 2) und 4) (pag. 146) sofort:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha' &= \frac{\xi \cos \mu t + \eta \sin \mu t}{\sqrt{n^2 + \xi^2 + \eta^2}} \\ \cos \beta' &= \frac{\xi \sin \mu t - \eta \cos \mu t}{\sqrt{n^2 + \xi^2 + \eta^2}} \\ \cos \gamma' &= \frac{n}{\sqrt{n^2 + \xi^2 + \eta^2}} \end{aligned} \right\} 16)$$

Die hierdurch angezeigten Veränderungen in der relativen Lage der beiden Achsen werden sich als Variationen der Polhöhe darstellen, da die Polhöhe eines Ortes durch die Neigung des Lothes gegen die auf der instantanen Drehungsachse senkrechte Ebene bestimmt ist. Die nördliche Fortsetzung der Erdachse und der instantanen Drehungsachse werden die Himmelskugel in zwei Punkten treffen, die um den Bogen  $\gamma'$  von einander abstehen; legt man durch diese beiden Punkte einen grössten Kreis, so wird dieser jenen grössten Kreis, welchen die auf der Erdachse senkrechte  $X' Y'$  Ebene im Durchschnitte mit der Himmelskugel bildet (Äquator), in einem Punkte schneiden, dessen Winkelabstand von der positiven  $X'$ -Achse, im Sinne der Rectascensionen gezählt, durch  $\Gamma$  bezeichnet werden soll; dann wird sein:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha' &= \sin \gamma' \cos \Gamma = \frac{\xi \cos \mu t + \eta \sin \mu t}{\sqrt{n^2 + \xi^2 + \eta^2}} \\ \cos \beta' &= \sin \gamma' \sin \Gamma = \frac{\xi \sin \mu t - \eta \cos \mu t}{\sqrt{n^2 + \xi^2 + \eta^2}} \\ \cos \gamma' &= \frac{n}{\sqrt{n^2 + \xi^2 + \eta^2}} \end{aligned} \right\} 17)$$

Sind keine äusseren Kräfte vorhanden, so reduciren sich die Ausdrücke für  $\xi$  und  $\eta$  auf die Werthe der Integrationsconstanten  $\xi_0$  und  $\eta_0$  (vergl. 8) (pag. 147) und der Nenner nimmt den constanten Werth:

$$\omega_0 = \sqrt{n^2 + \xi_0^2 + \eta_0^2}, \quad 18)$$

an, somit wird auch  $\gamma'$  constant, und setzt man weiter:

$$\left. \begin{aligned} m \cos \sigma &= \xi_0 \\ m \sin \sigma &= \eta_0 \end{aligned} \right\} 19)$$

so wird:

$$\left. \begin{aligned} \sin \gamma'_0 \cos \Gamma_0 &= \frac{m}{\omega_0} \cos (\mu t - \sigma) \\ \sin \gamma'_0 \sin \Gamma_0 &= \frac{m}{\omega_0} \sin (\mu t - \sigma) \end{aligned} \right\} 20)$$

Hatten also  $\xi_0$  und  $\eta_0$  im Anfangszustande angebbare Werthe, so wird die instantane



Drehungsachse um die Erdachse eine Kegelfläche mit dem durch :

$$\sin \gamma_0' = \frac{m}{\omega_0},$$

bestimmten Öffnungswinkel  $\gamma_0'$  beschreiben, und zwar, weil  $\mu$  positiv ist, im Sinne der Erdrotation; der Umlauf wird in der Zeit  $\frac{2\pi}{\mu}$  stattfinden. Für  $\mu$  ist oben gesetzt worden :

$$\mu = n \frac{C - A}{A},$$

so dass, da  $n$  die Rotationsgeschwindigkeit der Erde in der Zeiteinheit vorstellt,  $\mu$  dem Wesen nach von dem Unterschiede des Verhältnisses der Trägheitsmomente ( $C : A$ ) gegen die Einheit abhängig ist. Es wird sich im Verlaufe der folgenden Untersuchung die Gelegenheit bieten, diesen Coëfficienten aus den Beobachtungen abzuleiten (vergl. pag. 182); die Resultate derselben lassen:

$$\mu = 0.0206141,$$

in Einheiten des Radius und die Periode der Bewegung :

$$\frac{2\pi}{\mu} = 304.80 \text{ mittlere Sonnentage,}$$

finden. Es wird am Platze sein, gleich hier zu erwähnen, dass diesem Resultate eine beträchtliche Unsicherheit anhaftet und die so bestimmte Periode wohl um Tage fehlerhaft sein kann.

C. A. F. Peters hat es zuerst versucht, den Öffnungswinkel  $\gamma_0'$  aus den Beobachtungen zu bestimmen und in der That einen scheinbar reellen Werth für denselben, nämlich 0"079 gefunden. Nyrén kommt durch viel umfassendere Untersuchungen in seinen Abhandlungen über die Nutation der Erdachse und über die Polhöhe von Pulkowa zu einem im Durchschnitte mit Peters nahe stimmenden Resultate, und Downing gelangt durch die Discussion zehnjähriger (1868—77) Greenwicher Polarsternbeobachtungen zu ähnlichen Werthen, so dass es in der That scheint, den Grössen  $\xi_0$  und  $\eta_0$  müssten etwas von Null verschiedene Werthe zugeschrieben werden; kämen aber auch  $\xi_0$  und  $\eta_0$  grosse Werthe zu, so würden nach den Ergebnissen der voranstehenden Untersuchungen in den Polhöhen doch nur periodische Veränderungen von nahezu zehnmonatlicher Periode auftreten. Die Kleinheit der Werthe  $\xi_0$  und  $\eta_0$  zeigt, dass im Anfangszustande die Rotationsachse mit der instantanen Drehungsachse sehr nahe zusammengefallen ist; die hier und da gemachte Bemerkung, dass  $\xi_0$  und  $\eta_0$  im Verlaufe der Zeit klein geworden sind, muss vorläufig, so lange nicht die Kräfte nachgewiesen sind, welche diese Verkleinerung bewirkt haben, als nicht zutreffend bezeichnet werden.

Setzt man mit Rücksicht auf die Gleichungen 10) (pag. 148) die Ausdrücke 19) (pag. 150) in die dritten Glieder der Gleichungen 14) (pag. 149) ein, so erhält man jenen Antheil derselben, welcher von dem Anfangszustande abhängig ist; man wird finden :

$$\begin{aligned} \left( \frac{A \sin \epsilon'}{n C} \cdot \frac{d\psi}{dt} \right)_0 &= - \frac{m A}{n C} \sin (\mu t + \varphi - \sigma) \\ - \left( \frac{A \operatorname{cosec} \epsilon'}{n C} \cdot \frac{d\epsilon'}{dt} \right)_0 &= \frac{m A}{\sin \epsilon' n C} \cos (\mu t + \varphi - \sigma). \end{aligned}$$

Da, wie dies der obige numerische Werth von  $\mu$  zeigt,  $C : A$  in diesen kleinen Gliedern der Einheit gleich gesetzt, ferner, ohne mehr als Glieder dritter Ordnung zu vernachlässigen,  $\omega_0$  mit  $n$  identificirt werden kann, so findet sich mit Benützung des oben angegebenen von Peter's ermittelten Werthes von  $\gamma_0'$  numerisch:

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{A \sin \epsilon'}{n C} \frac{d\psi}{dt} \right)_0 &= - 0''079 \sin (\mu' t + \varphi - \sigma) \\ \left( - \frac{A \cos \epsilon'}{n C} \frac{ds'}{dt} \right)_0 &= + 0''198 \cos (\mu' t + \varphi - \sigma). \end{aligned} \right\} \quad 21)$$

Durch diese Glieder werden also in  $\psi$  und  $\epsilon'$  periodische Glieder entstehen, deren Periode wegen der Grösse  $\varphi$  nahezu die eines Tages sein wird; dieselben würden verschwinden, wenn die Rotationsachse mit der kleinen Achse des Erdellipsoids oder richtiger mit der Hauptträgheitsachse  $Z'$  zusammenfiel, welche Annahme jedoch nach den obigen Beobachtungsergebnissen kaum völlig gerechtfertigt wäre.

Um nun den Antheil zu bestimmen, den die störenden Kräfte an den dritten Gliedern der Gleichungen 14) (pag. 149) haben, könnten dieselben leicht gesondert entwickelt werden; um aber die Integration nach den Formeln 8) (pag. 147) zu erläutern, will ich diese hier in Anwendung ziehen, wiewohl dadurch das Verfahren etwas weitläufiger wird. Um zu den numerischen Werthen der betreffenden Glieder zu gelangen, wird es nöthig sein, den späteren Untersuchungen vorgreifend, die grössten Störungsglieder hier anzusetzen; man wird mit Benützung der weiter unten mitgetheilten Zahlen leicht finden:

$$\begin{aligned} \frac{1}{A \sin \epsilon'} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) &= \frac{n C}{A} \left\{ + 1490'' \sin (2g + 2\omega + 2\Omega) \right. \\ &\quad + 689'' \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ &\quad + 285'' \sin (3g + 2\omega + 2\Omega) \\ &\quad - 312'' \sin \Omega \\ &\quad \left. + 308'' \sin (2g + 2\omega + \Omega) \right\}, \\ \frac{1}{A} \left( \frac{dV}{d\epsilon'} \right) &= \frac{n C}{A} \sin \epsilon' \left\{ - 5037'' - 569'' \cos g + 3433'' \cos (2g + 2\omega + 2\Omega) \right. \\ &\quad + 1587'' \cos (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ &\quad + 658'' \cos (3g + 2\omega + 2\Omega) \\ &\quad - 583'' \cos \Omega \\ &\quad \left. + 577'' \cos (2g + 2\omega + \Omega) \right\}. \end{aligned}$$

Die in den Klammern stehenden Ausdrücke sind offenbar beziehungsweise mit  $-\frac{ds'}{dt}$  und  $\frac{d\psi}{dt}$  identisch.

In diesen Ausdrücken ist, was für die Bestimmung von  $n$  von Bedeutung ist, als Zeiteinheit das julianische Jahrhundert zu verstehen; es ist demnach für  $n$  mit hinreichender Annäherung zu setzen:

$$n = 2\pi \cdot 36624;$$

weiter stellt vor:

$g$ : die mittlere Anomalie des Mondes,

$g'$ : die mittlere Anomalie der Sonne,

$\omega$ : den Abstand des Mondperigäums von dem aufsteigenden Mondknoten,

$\omega'$ : den Abstand des Sonnenperigäums von dem aufsteigenden Mondknoten,

$\Omega$ : die Länge des aufsteigenden Mondknotens.

Setzt man nun für  $\varepsilon'$  den Werth  $23^{\circ}27'5$ , so erhält man sofort:

$$\left. \begin{aligned} & \frac{A}{nC} \left\{ \frac{\sin \mu' t}{\sin \varepsilon' A} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) + \frac{\cos \mu' t}{A} \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) \right\} = -2005'' \cos \mu' t - \\ & -113'' \cos(\mu' t - g) + 1428'' \cos(\mu' t - 2g - 2\omega - 2\Omega) - 62'' \cos(\mu' t + 2g + 2\omega + 2\Omega) \\ & -113'' \cos(\mu' t + g) + 660'' \cos(\mu' t - 2g' - 2\omega' - 2\Omega) - 28'' \cos(\mu' t + 2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ & + 273'' \cos(\mu' t - 3g - 2\omega - 2\Omega) - 11'' \cos(\mu' t + 3g + 2\omega + 2\Omega) \\ & - 272'' \cos(\mu' t - \Omega) + 40'' \cos(\mu' t + \Omega) \\ & + 269'' \cos(\mu' t - 2g - 2\omega - \Omega) - 39'' \cos(\mu' t + 2g + 2\omega + \Omega). \end{aligned} \right\} 22)$$

Für:

$$\frac{A}{nC} \left\{ \frac{\cos \mu' t}{\sin \varepsilon' A} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) - \frac{\sin \mu' t}{A} \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) \right\},$$

findet sich ganz derselbe Ausdruck wie 22), nur sind durchaus die Zeichen umzukehren und statt der Cosinusfunctionen die Sinusfunctionen zu setzen.

Die Integration kann in diesem Falle in sehr einfacher Weise durchgeführt werden; da nämlich die Bewegung des Argumentes  $\mu' t$ , welches nahezu die Periode eines Tages hat, gegen die Bewegung der anderen Argumente überwiegend gross ist, so darf man bei der Kleinheit der in Betracht kommenden Glieder ohne erheblichen Fehler als den gemeinsamen Integrationsdivisor  $\mu'$  setzen, wofür mit mehr als genügender Genauigkeit nach 9) (pag. 147)  $Cn : A$  angenommen werden kann, welcher Coefficient sich dann mit dem links vom Gleichheitszeichen stehenden gemeinsamen Factor zur Einheit abkürzt. Integriert man nun entsprechend die Gleichungen 8) (pag. 147), so erhält man sofort die Werthe von  $\xi$  und  $\eta$ , welche durch  $n$  dividirt und auf drei Decimalen der Bogensekunde angesetzt, wie folgt gefunden werden:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\xi}{n} &= \frac{\xi_0}{n} + 0''009 \sin \mu' t & , \quad \frac{\eta}{n} &= \frac{\eta_0}{n} - 0''009 \cos \mu' t \\ &+ 0''000,5 \sin(\mu' t - g) & &- 0''000,5 \cos(\mu' t - g) \\ &+ 0''000,5 \sin(\mu' t + g) & &- 0''000,5 \cos(\mu' t + g) \\ &- 0''006 \sin(\mu' t - 2g - 2\omega - 2\Omega) & &+ 0''006 \cos(\mu' t - 2g - 2\omega - 2\Omega) \\ &- 0''003 \sin(\mu' t - 2g' - 2\omega' - 2\Omega) & &+ 0''003 \cos(\mu' t - 2g' - 2\omega' - 2\Omega) \\ &- 0''001 \sin(\mu' t - 3g - 2\omega - 2\Omega) & &+ 0''001 \cos(\mu' t - 3g - 2\omega - 2\Omega) \\ &+ 0''001 \sin(\mu' t - \Omega) & &- 0''001 \cos(\mu' t - \Omega) \\ &- 0''001 \sin(\mu' t - 2g - 2\omega - \Omega) & &+ 0''001 \cos(\mu' t - 2g - 2\omega - \Omega). \end{aligned} \right\} 23)$$

Mit Benützung der Formeln 10) (pag. 148) und Hinzunahme der Resultate der Gleichungen 21) (pag. 152), erhält man für die dritten Glieder in den Gleichungen 14):

$$\left. \begin{aligned} \frac{A \sin \varepsilon'}{nC} \frac{d\psi}{dt} &= -\frac{A}{C} \left\{ \frac{\xi}{n} \sin \mu' t - \frac{\eta}{n} \cos \mu' t \right\} \\ &= -0''079 \sin(\mu' t - \sigma) - 0''009 \\ &+ 0''001 \cos g \\ &+ 0''006 \cos(2g + 2\omega + 2\Omega) \\ &+ 0''003 \cos(2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ &+ 0''001 \cos(3g + 2\omega + 2\Omega) \\ &- 0''001 \cos \Omega \\ &+ 0''001 \cos(2g + 2\omega + \Omega) \end{aligned} \right\} 24)$$

$$\begin{aligned}
 -\frac{A \operatorname{cosec} \varepsilon'}{nC} \frac{d\varepsilon'}{dt} &= \frac{A}{C \sin \varepsilon'} \left\{ \frac{\xi}{n} \cos \mu' t + \frac{\eta}{n} \sin \mu' t \right\} \\
 &= + 0''198 \cos (\mu' t - \sigma) + 0''016 \sin (2g + 2\omega + 2\Omega) \\
 &\quad + 0''008 \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &\quad + 0''003 \sin (3g + 2\omega + 2\Omega) \\
 &\quad - 0''003 \sin \Omega \\
 &\quad + 0''003 \sin (2g + 2\omega + \Omega).
 \end{aligned}$$

Wie man sieht, sind diese Glieder nicht ganz unmerklich, doch darf man dieselben bei der Berechnung der Präcession und Nutation übergehen, wofür in dem folgenden Kapitel die Gründe angeführt werden.

Die in 23) für  $\xi$  und  $\eta$  aufgestellten Ausdrücke werden die Möglichkeit an die Hand geben, mit Hilfe der Gleichungen 17) (pag. 150), in denen der Nenner mit  $n$  identisch angenommen werden darf, die durch die störenden Kräfte bewirkten Polhöhenänderungen zu bestimmen. Man wird für die Bestimmung der Lage der Rotationsachse gegen die kleine Achse des Erdellipsoids die folgenden Ausdrücke erhalten, in welchen die von den Anfangszuständen abhängigen Coëfficienten (vergl. Gleichung 21) pag. 152) ebenfalls Aufnahme gefunden haben:

$$\begin{aligned}
 \sin \gamma' \cos \Gamma &= + 0''079 \cos (\mu' t - \sigma) \quad , \quad \sin \gamma' \sin \Gamma = + 0''079 \sin (\mu' t - \sigma) \\
 &\quad + 0''009 \sin \varphi \quad \quad \quad + 0''009 \cos \varphi \\
 &\quad - 0''006 \sin (\varphi - 2g - 2\omega - 2\Omega) \quad \quad - 0''006 \cos (\varphi - 2g - 2\omega - 2\Omega) \\
 &\quad - 0''003 \sin (\varphi - 2g' - 2\omega' - 2\Omega) \quad \quad - 0''003 \cos (\varphi - 2g' - 2\omega' - 2\Omega) \\
 &\quad - 0''001 \sin (\varphi - 3g - 2\omega - 2\Omega) \quad \quad - 0''001 \cos (\varphi - 3g - 2\omega - 2\Omega) \\
 &\quad + 0''001 \sin (\varphi - \Omega) \quad \quad \quad + 0''001 \cos (\varphi - \Omega) \\
 &\quad - 0''001 \sin (\varphi - 2g - 2\omega - \Omega) \quad \quad - 0''001 \cos (\varphi - 2g - 2\omega - \Omega).
 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \sin \gamma' \cos \Gamma &= + 0''079 \cos (\mu' t - \sigma) \end{aligned}} \right\} 25)$$

Denkt man sich die positive  $X'$ -Achse in den Meridian eines bestimmten Erdortes gelegt, so wird  $(180^\circ - \Gamma)$  sehr nahe den Stundenwinkel des Nordpols der kleinen Achse des Erdellipsoids in Bezug auf den Nordpol der instantanen Drehungsachse (vergl. pag. 150 über die Bedeutung des Winkels  $\Gamma$ ),  $\varphi$  sehr nahe (vergl. pag. 137) die Ortssternzeit darstellen; wählt man in den folgenden Formeln statt  $\varphi$  den oben (pag. 24) für die Sternzeit gewählten Buchstaben  $\theta$ , bezeichnet mit  $\varphi'$  die veränderliche, mit  $\varphi_0$  die mittlere Polhöhe, so findet sich mit Berücksichtigung der Glieder erster Ordnung leicht:

$$\varphi' = \varphi_0 + \sin \gamma' \cos \Gamma,$$

und es ergeben sich, wenn man die nur aus den Beobachtungen selbst ableitbaren ersten Glieder in 25) fortlässt, die theoretisch zu erschliessenden Variationen der Polhöhe wie folgt:

$$\begin{aligned}
 \varphi' &= \varphi_0 + 0''009 \sin \theta - 0''006 \sin (\theta - 2g - 2\omega - 2\Omega) \\
 &\quad - 0''003 \sin (\theta - 2g' - 2\omega' - 2\Omega) \\
 &\quad - 0''001 \sin (\theta - 3g - 2\omega - 2\Omega) \\
 &\quad + 0''001 \sin (\theta - \Omega) \\
 &\quad - 0''001 \sin (\theta - 2g - 2\omega - \Omega).
 \end{aligned}$$

Der Einfluss auf den Längenunterschied zweier Orte verschwindet, auch wenn man denselben durch die Winkelbewegung um die instantane Drehungsachse bestimmt, fast völlig. Man könnte die in 24) und 25) aufgeführten Resultate, was die von den störenden Kräften abhängigen Glieder anbelangt, auch erhalten, wenn man die oben (pag. 152) für  $\frac{d\epsilon'}{dt}$  und  $\frac{d\psi}{dt}$  gegebenen Werthe in die Ausdrücke:

$$\frac{p}{n} = -\frac{\sin \varphi \sin \epsilon'}{n} \frac{d\psi}{dt} - \frac{\cos \varphi}{n} \frac{d\epsilon'}{dt}, \quad \frac{q}{n} = -\frac{\cos \varphi \sin \epsilon'}{n} \frac{d\psi}{dt} + \frac{\sin \varphi}{n} \frac{d\epsilon'}{dt},$$

einführen würde (vergl. 6) pag. 138, 13) pag. 135, 17) pag. 150).

### ζ. Die Bewegungen der Rotationsachse der Erde.

Vor Allem muss man sich gegenwärtig halten, dass den Beobachtungen der Äquator als Fundamentalebene zu Grunde liegt, und dass dieser durch die Ebene bestimmt ist, welche vertical auf der instantanen Drehungsachse steht; die aus den Beobachtungen abgeleiteten Werthe von  $\psi$  und  $\epsilon'$  beziehen sich daher eigentlich auf die Drehungsachse und nicht auf die kleine Achse des Erdellipsoids; hätten beide Achsen eine beträchtliche Neigung gegen einander, so müsste bei der Ableitung der Formeln des vorangehenden Kapitels auf diese Differenz Rücksicht genommen werden. Bezeichnet man daher wie früher (vergl. Gleichung 14) pag. 136) mit  $\alpha''$ ,  $\beta''$  und  $\gamma''$  die Winkel, welche die instantane Drehungsachse mit den fixen Coordinatenachsen einschliesst, so müsste (vergl. Gleichung 4) pag. 138) eigentlich gesetzt werden:

$$\begin{aligned} \cos \alpha'' &= -\sin \psi \sin \epsilon' \\ \cos \beta'' &= \cos \psi \sin \epsilon' \\ \cos \gamma'' &= \cos \epsilon', \end{aligned}$$

wenn man unter  $\epsilon'$  und  $\psi$  die aus den Beobachtungen abgeleiteten Werthe versteht; es sollen jedoch, um Irrthümern vorzubeugen, für letztere Grössen die Buchstaben  $\epsilon'$  und  $\psi$ , gewählt werden. Um nun die Differentialgleichungen für diese letzteren Bogen zu erhalten, kann man die Gleichungen 14) (pag. 136) vornehmen und ihnen die Form:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha'' \sqrt{n^2 + p^2 + q^2} &= \omega \cos \alpha'' = ap + bq + cn \\ \cos \beta'' \sqrt{n^2 + p^2 + q^2} &= \omega \cos \beta'' = a'p + b'q + c'n \\ \cos \gamma'' \sqrt{n^2 + p^2 + q^2} &= \omega \cos \gamma'' = a''p + b''q + c''n, \end{aligned} \right\} 1)$$

ertheilen, deren Differentiation mit Rücksicht auf die Gleichungen 8) (pag. 133) ergibt:

$$\left. \begin{aligned} d(\omega \cos \alpha'') &= a dp + b dq \\ d(\omega \cos \beta'') &= a' dp + b' dq \\ d(\omega \cos \gamma'') &= a'' dp + b'' dq. \end{aligned} \right\} 2)$$

Andrerseits bestehen die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \omega \cos \alpha'' &= -\omega \sin \psi \sin \epsilon' \\ \omega \cos \beta'' &= \omega \cos \psi \sin \epsilon' \\ \omega \cos \gamma'' &= \omega \cos \epsilon', \end{aligned} \right\} 3)$$

deren Differentiation mit Rücksicht auf 2) (pag. 155) ergibt:

$$\left. \begin{aligned} -\sin \psi, \sin \varepsilon' \frac{d\omega}{dt} - \omega \sin \psi, \cos \varepsilon' \frac{d\varepsilon'}{dt} - \omega \cos \psi, \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} &= a \frac{dp}{dt} + b \frac{dq}{dt} \\ \cos \psi, \sin \varepsilon' \frac{d\omega}{dt} + \omega \cos \psi, \cos \varepsilon' \frac{d\varepsilon'}{dt} - \omega \sin \psi, \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} &= a' \frac{dp}{dt} + b' \frac{dq}{dt} \\ \cos \varepsilon' \frac{d\omega}{dt} - \omega \sin \varepsilon' \frac{d\varepsilon'}{dt} &= a'' \frac{dp}{dt} + b'' \frac{dq}{dt} \end{aligned} \right\} 4)$$

Setzt man rechter Hand für  $a, a', a'', b, b'$  und  $b''$  die Werthe nach 4) (pag. 138) ein und bestimmt durch entsprechende Elimination  $d\psi, d\varepsilon'$  und  $d\omega$ , so findet sich:

$$\begin{aligned} -\omega \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} &= \{\sin \varphi \cos \varepsilon' \sin (\psi, -\psi) + \cos \varphi \cos (\psi, -\psi)\} \frac{dp}{dt} + \\ &+ \{\cos \varphi \cos \varepsilon' \sin (\psi, -\psi) - \sin \varphi \cos (\psi, -\psi)\} \frac{dq}{dt} \\ \omega \frac{d\varepsilon'}{dt} &= \{\sin \varphi [\cos \varepsilon' \cos \varepsilon' \cos (\psi, -\psi) + \sin \varepsilon' \sin \varepsilon'] - \cos \varphi \sin (\psi, -\psi) \cos \varepsilon'\} \frac{dp}{dt} + \\ &+ \{\cos \varphi [\cos \varepsilon' \cos \varepsilon' \cos (\psi, -\psi) + \sin \varepsilon' \sin \varepsilon'] + \sin \varphi \sin (\psi, -\psi) \cos \varepsilon'\} \frac{dq}{dt} \\ \frac{d\omega}{dt} &= \{\sin \varphi [\cos \varepsilon' \sin \varepsilon' \cos (\psi, -\psi) - \sin \varepsilon' \cos \varepsilon'] - \cos \varphi \sin (\psi, -\psi) \sin \varepsilon'\} \frac{dp}{dt} + \\ &+ \{\cos \varphi [\cos \varepsilon' \sin \varepsilon' \cos (\psi, -\psi) - \sin \varepsilon' \cos \varepsilon'] + \sin \varphi \sin (\psi, -\psi) \sin \varepsilon'\} \frac{dq}{dt}. \end{aligned}$$

Da  $p$  und  $q$  von der Ordnung der Störungen und der Neigung der instantanen Drehungsachse gegen die Erdachse sind, so kann man deren Differentialquotienten als Grössen erster Ordnung auffassen, deren Producte in die fast unmerklichen Unterschiede:  $\psi, -\psi$  und  $\varepsilon', -\varepsilon'$  unbedenklich übergangen werden können, man erhält unter dieser Voraussetzung aus den vorstehenden Gleichungen das Resultat:

$$\left. \begin{aligned} -\omega \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} &= \cos \varphi \frac{dp}{dt} - \sin \varphi \frac{dq}{dt} \\ \omega \frac{d\varepsilon'}{dt} &= \sin \varphi \frac{dp}{dt} + \cos \varphi \frac{dq}{dt} \\ \frac{d\omega}{dt} &= 0. \end{aligned} \right\} 5)$$

Dem zu Folge ist innerhalb der gesetzten Genauigkeitsgrenze  $\omega$  als eine Constante anzunehmen; da aber nach 1) (pag. 155) gesetzt werden kann:

$$\omega = n + \frac{1}{2} \frac{p^2 + q^2}{n^2} + \dots,$$

so darf, ohne mehr als Fehler dritter Ordnung zu begehen, statt 5) geschrieben werden:

$$\left. \begin{aligned} -\sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} &= \frac{\cos \varphi}{n} \frac{dp}{dt} - \frac{\sin \varphi}{n} \frac{dq}{dt} \\ \frac{d\varepsilon'}{dt} &= \frac{\sin \varphi}{n} \frac{dp}{dt} + \frac{\cos \varphi}{n} \frac{dq}{dt} \end{aligned} \right\} 6)$$

Ersetzt man die Werthe der Differentialquotienten von  $p$  und  $q$  nach den Gleichungen 3) (pag. 146) und berücksichtigt dann die Gleichungen 7) (pag. 138), so erhält man:

$$\begin{aligned} \frac{d\varepsilon'}{dt} &= -\frac{1}{\sin \varepsilon' n A} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) + \frac{C-A}{A} (p \cos \varphi - q \sin \varphi) = -\frac{1}{n \sin \varepsilon' A} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) - \frac{C-A}{A} \frac{d\varepsilon'}{dt} \\ \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt} &= \frac{1}{n A} \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) + \frac{C-A}{A} (p \sin \varphi + q \cos \varphi) = \frac{1}{n A} \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) - \frac{C-A}{A} \sin \varepsilon' \frac{d\psi}{dt}. \end{aligned}$$

Substituirt man nun für  $\frac{d\epsilon'}{dt}$  und  $\frac{d\psi}{dt}$  die aus den Gleichungen 13) (pag. 149) resultirenden Werthe, so findet sich:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\epsilon'}{dt} &= -\frac{1}{\sin \epsilon' n C} \left( \frac{dV}{d\psi} \right) - \frac{C-A}{nC} \frac{d}{dt} \left( \sin \epsilon' \frac{d\psi}{dt} \right) - \frac{C-A}{nC} \cos \epsilon' \frac{d\psi}{dt} \frac{d\epsilon'}{dt} \\ \sin \epsilon' \frac{d\psi}{dt} &= \frac{1}{nC} \left( \frac{dV}{d\epsilon'} \right) + \frac{C-A}{nC} \frac{d}{dt} \left( \frac{d\epsilon'}{dt} \right) - \frac{C-A}{nC} \sin \epsilon' \cos \epsilon' \frac{d\psi}{dt} \frac{d\psi}{dt} \end{aligned} \right\} 7)$$

Vergleicht man die zweiten und dritten Glieder in den vorliegenden Ausdrücken mit jenen, welche die Gleichungen 13) (pag. 149) ergeben, so wird man dieselben bis auf den einen gemeinsamen Factor identisch finden, dieser ist in den vorliegenden Ausdrücken  $-\frac{C-A}{nC}$ , während er in jenen  $\frac{A}{C}$  ist. Diese Glieder haben aber nach der Integration (vergl. Gleichung 24) pag. 153) in den Gleichungen 13) (pag. 149) nur Werthe finden lassen, welche mit:

$$\frac{A-C}{A} = -0.00327188^*),$$

multiplcirt, völlig verschwindende Coëfficienten ergaben und wenn man die vierte Decimale der Bogensekunde noch mitnimmt, so finden sich die Ausdrücke:

$$\left. \begin{aligned} \frac{A-C}{nC} \sin \epsilon' \frac{d\psi}{dt} &= + 0''0003 \sin (\mu' - \sigma) \\ -\frac{A-C}{nC} \operatorname{cosec} \epsilon' \frac{d\epsilon'}{dt} &= - 0''0006 \cos (\mu' - \sigma) \end{aligned} \right\} 8)$$

welche Glieder man ohne Bedenken übergehen kann, und die übrigens nur von dem erst in neuerer Zeit als vorhanden erwiesenen Unterschiede zwischen der instantanen Drehungsachse und der Hauptachse der Trägheit  $Z'$  (vergl. pag. 151) abhängen; die von den störenden Kräften abhängigen Glieder sind innerhalb der gestellten Genauigkeitsgrenzen verschwindend.

Die Integration der Differentialgleichungen 7) ergibt daher, wenn man nun wieder statt  $\epsilon'$  und  $\psi$ , die Buchstaben  $\epsilon'$  und  $\psi$  setzt, mit Rücksicht auf die gemachten Bemerkungen ein selbst für die genaueste Ermittlung der Präcession und Nutation ausreichendes, von Poisson zuerst aufgestelltes Resultat:

$$\left. \begin{aligned} \epsilon' &= \epsilon'_0 - \int \left( \frac{dV}{d\psi} \right) \frac{dt}{\sin \epsilon' n C} \\ \psi &= \psi_0 + \int \left( \frac{dV}{d\epsilon'} \right) \frac{dt}{\sin \epsilon' n C} \end{aligned} \right\} 9)$$

Es ist nun, worauf schon in dem vorausgehenden Kapitel hingewiesen wurde, dargelegt, weshalb man mit der vorliegenden sehr einfachen Form der Quadraturen ausreicht; nicht die Kleinheit der zweiten und dritten Glieder in den Gleichungen 13) (pag. 149) ist entscheidend, denn dieselben erhalten, wie dies oben nachgewiesen wurde, Werthe, die weit innerhalb der sonst bei dem Probleme gewählten Genauigkeitsgrenzen fallen, sondern der Umstand, dass sich die Beobachtungen der durch die Präcession und Nutation erzeugten Bewegungen auf die instantane Drehungsachse beziehen.

\*) Über diesen numerischen Werth vergl. pag. 182.

η. Numerische Entwicklung der partiellen Differentialquotienten des Potentials.

Zur Auswerthung der in 9) (pag. 157) auftretenden Integrale müssen die Gleichungen 15) (pag. 145) nunmehr in integrable Formen übergeführt werden. Zu diesem Ende müssen zunächst die Ausdrücke  $l'$ ,  $b'$  und  $r'$  entsprechend aus den Mond- und Sonnentafeln entlehnt werden; den Einfluss der übrigen Planeten des Sonnensystems kann man als unmerklich vernachlässigen. Die durch die astronomischen Tafeln gegebenen polaren Sonnen- und Mondcoordinaten beziehen sich auf das zugehörige wahre Äquinocmium, während hier alles auf die fixe mittlere Ekliptik der Ausgangsepoche bezogen verlangt wird. Zuerst soll an die Lösung der Aufgabe geschritten werden, aus den Tafelwerthen  $l'$  und  $b'$ , die sich auf das wahre Äquinocmium beziehen, die Werthe  $l$  und  $b$  zu finden. Da diese Grössen bei ihrer Verwendung zur Ermittlung der Präcession und Nutation mit Störungsgliedern multiplicirt werden, so wäre für die vorliegenden Zwecke eine Entwicklung der Coordinaten bis auf Glieder zweiter Ordnung inclusive ausreichend, wenn man im Resultate die Glieder dritter Ordnung richtig finden will; um jedoch später Transformationen für die Präcessionsformeln bis auf Glieder dritter Ordnung inclusive ohne Mühe ableiten zu können, soll die Entwicklung etwas weiter geführt werden, als dies für die nächsten Zwecke nöthig ist.

Nimmt man die Figur I (pag. 125) zu Hilfe, so kann man sich unter dem Bogen  $AA_1$  den wahren Äquator vorstellen;  $\sqrt{c}$  wird dann der Bogen  $—\psi$  sein, der Winkel  $AcE_0$  aber die hier mit  $\varepsilon'$  bezeichnete Schiefe der festen Ekliptik gegen den wahren Äquator. Bezeichnet man den Bogen  $c\sqrt{1}$ , der den Namen „die Präcession durch die Planeten“ führt, mit  $a$ , den Bogen  $E\sqrt{1}$  mit  $b$ , die dritte Seite in dem in Betracht gezogenen sphärischen Dreiecke, weil bei  $E$  der absteigende Knoten der beweglichen Ekliptik in der fixen ist, mit  $180^\circ - (II)$ , den Winkel  $cE\sqrt{1}$  mit  $(\pi)$ , (vergl. über die Bedeutung der Grössen  $(II)$  und  $(\pi)$  die Gleichungen 1a) pag. 124), so ist nach den Napier'schen Gleichungen in dem vorgelegten sphärischen Dreiecke  $cE\sqrt{1}$ :

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(b+a) &= \frac{\sin \frac{1}{2}(\varepsilon' + (\pi))}{\sin \frac{1}{2}(\varepsilon' - (\pi))} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(180^\circ - (II) + \psi) \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}(b-a) &= \frac{\cos \frac{1}{2}(\varepsilon' + (\pi))}{\cos \frac{1}{2}(\varepsilon' - (\pi))} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(180^\circ - (II) + \psi). \end{aligned} \right\} \quad 1)$$

Man kann gleich hier die Bemerkung einschalten, dass die allgemeine Präcession ( $l$ ) mehr der Nutation in Länge ( $N$ ) bestimmt ist durch den Bogen:

$$(l) + (N) = 180^\circ - (II) - b. \quad 2)$$

Wendet man auf die Gleichungen 1) die pag. 32 durchgeführte Reihenentwicklung an, nach welcher Ausdrücke von der Gestalt:

$$\operatorname{tg} \varphi' = n \operatorname{tg} \varphi,$$

auf die Form:

$$\varphi' = \varphi + m \sin 2\varphi + \frac{1}{3} m^2 \sin 4\varphi + \frac{1}{5} m^3 \sin 6\varphi + \dots,$$



gebracht werden können, in welcher Reihe:

$$m = \frac{n-1}{n+1},$$

gesetzt ist, so wird man, einmal:

$$m = \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi) \cotg \frac{1}{2} \varepsilon',$$

das anderemal:

$$m = -\operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon',$$

annehmend, ohne Schwierigkeit nach 1) finden:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{2}(b+a) &= \frac{1}{2}(180^\circ - (\Pi) + \psi) + \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi) \cotg \frac{1}{2} \varepsilon' \sin ((\Pi) - \psi) - \right. \\ &\quad - \frac{1}{2} \{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi) \cotg \frac{1}{2} \varepsilon' \}^2 \sin 2 ((\Pi) - \psi) + \\ &\quad + \frac{1}{3} \{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi) \cotg \frac{1}{2} \varepsilon' \}^3 \sin 3 ((\Pi) - \psi) - \dots \\ \frac{1}{2}(b-a) &= \frac{1}{2}(180^\circ - (\Pi) + \psi) - \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon' \sin ((\Pi) - \psi) - \right. \\ &\quad - \frac{1}{2} \{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon' \}^2 \sin 2 ((\Pi) - \psi) - \\ &\quad - \frac{1}{3} \{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon' \}^3 \sin 3 ((\Pi) - \psi) - \dots \end{aligned} \right\} \quad 3)$$

Die Addition beider Ausdrücke führt zur Kenntniss von  $b$ , die Subtraction zu der von  $a$ . Um nun die Bogen nach Potenzen der Zeit, der Präcession und Nutation zu entwickeln, wird man, von den Ausdrücken 1a (pag. 124) Gebrauch machend, ohne in 3) mehr als Glieder vierter Ordnung zu übergehen, setzen dürfen:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi) &= \frac{1}{2} \operatorname{tg} (\pi) - \frac{1}{8} \operatorname{tg} (\pi)^3, & \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi)^2 &= \frac{1}{4} \operatorname{tg} (\pi)^2, & \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\pi)^3 &= \frac{1}{8} \operatorname{tg} (\pi)^3 \\ \cos \psi &= 1 - \frac{1}{2} \psi^2, & \cos 2 \psi &= 1, & \cos 3 \psi &= 1 \\ \sin \psi &= \psi, & \sin 2 \psi &= 2 \psi, & \sin 3 \psi &= 3 \psi. \end{aligned} \right\} \quad 4)$$

Ferner werden, wenn man die bekannten Formeln:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon' = \frac{1 - \cos \varepsilon'}{\sin \varepsilon'}, \quad \cotg \frac{1}{2} \varepsilon' = \frac{1 + \cos \varepsilon'}{\sin \varepsilon'},$$

benützt, wegen der später auftretenden Combinationen dieser beiden Werthe die folgenden Relationen zu beachten sein:

$$\left. \begin{aligned} \cotg \frac{1}{2} \varepsilon' + \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon' &= \frac{2}{\sin \varepsilon'}, & \cotg \frac{1}{2} \varepsilon' - \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon' &= 2 \cotg \varepsilon' \\ \cotg \frac{1}{2} \varepsilon'^2 - \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon'^2 &= \frac{4 \cotg \varepsilon'}{\sin \varepsilon'}, & \cotg \frac{1}{2} \varepsilon'^2 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon'^2 &= 2 \frac{1 + \cos \varepsilon'^2}{\sin \varepsilon'^2} \\ \cotg \frac{1}{2} \varepsilon'^3 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon'^3 &= \frac{2 + 6 \cos \varepsilon'^2}{\sin \varepsilon'^3}, & \cotg \frac{1}{2} \varepsilon'^3 - \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon'^3 &= \frac{(6 + 2 \cos \varepsilon'^2) \cos \varepsilon'}{\sin \varepsilon'^3}. \end{aligned} \right\} \quad 5)$$

Die Grösse  $\varepsilon'$  selbst ist keine Constante, sondern erfährt durch die Präcession und Nutation Veränderungen; bezeichnet man die für die Ausgangsepoche geltende mittlere Schiefe mit  $\varepsilon_0$ , so soll gesetzt werden:

$$\varepsilon' = \varepsilon_0 + \Delta \varepsilon,$$

wobei  $\Delta \varepsilon$  vorerst als erster Ordnung anzusehen sein wird. Sollen die Endresultate alle Glieder dritter Ordnung enthalten, so hat man zu schreiben:

$$\left. \begin{aligned} \frac{2}{\sin \varepsilon'} &= \frac{2}{\sin \varepsilon_0} - 2 \frac{\cos \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} \Delta \varepsilon + \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^3} \Delta \varepsilon^2, \\ 2 \frac{1 + \cos \varepsilon'^2}{\sin \varepsilon'^2} &= 2 \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^2} - 8 \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} \Delta \varepsilon \\ 2 \cotg \varepsilon' &= 2 \cotg \varepsilon_0 - \frac{2}{\sin \varepsilon_0^2} \Delta \varepsilon + \frac{2 \cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} \Delta \varepsilon^2, & \frac{2 + 6 \cos \varepsilon'^2}{\sin \varepsilon'^3} &= \frac{2 + 6 \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^3} \\ \frac{4 \cotg \varepsilon'}{\sin \varepsilon'} &= \frac{4 \cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} - \frac{4(1 + \cos \varepsilon_0^2)}{\sin \varepsilon_0^3} \Delta \varepsilon, & \frac{(6 + 2 \cos \varepsilon'^2) \cos \varepsilon'}{\sin \varepsilon'^3} &= \frac{6 + 2 \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^3} \cos \varepsilon_0. \end{aligned} \right\} \quad 6)$$

Schliesslich wird man mit demselben Genauigkeitsgrade im Resultate annehmen können:

$$\left. \begin{aligned} \sin ((II) - \psi) &= \sin (II) - \psi \cos (II) - \frac{1}{2} \psi^2 \sin (II) \dots \\ \sin 2 ((II) - \psi) &= \sin 2 (II) - 2 \psi \cos 2 (II) \dots \\ \sin 3 ((II) - \psi) &= \sin 3 (II) \dots \end{aligned} \right\} 7)$$

und danach haben:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} (\pi) \sin (II) &= p_1 t + p_2 t^2 + p_3 t^3 \\ \operatorname{tg} (\pi) \cos (II) &= q_1 t + q_2 t^2 + q_3 t^3 \\ \operatorname{tg} (\pi)^2 \sin 2 (II) &= 2 \{ p_1 q_1 t^2 + (q_1 p_2 + q_2 p_1) t^3 \} \\ \operatorname{tg} (\pi)^2 \cos 2 (II) &= (q_1^2 - p_1^2) t^2 \\ \operatorname{tg} (\pi)^3 \sin 3 (II) &= (3 q_1^2 p_1 - p_1^3) t^3 \\ \operatorname{tg} (\pi)^3 \sin (II) &= p_1 (p_1^2 + q_1^2) t^3. \end{aligned} \right\} 8)$$

Die Ausdrücke für  $a$  und  $b$  werden in ziemlich zusammengesetzter Form auftreten, weshalb die Glieder gleicher Ordnung einzeln angesetzt werden sollen; zerfällt man nämlich  $a$  und  $b$  in der Weise:

$$\begin{aligned} a &= a_1 + a_2 + a_3 + \dots \\ b &= b_0 + b_1 + b_2 + b_3 + \dots, \end{aligned}$$

wobei der Index den Hinweis auf die Ordnung des Gliedes enthält, so findet sich:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0} t \\ a_2 &= \left\{ \frac{p_2}{\sin \varepsilon_0} - \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} p_1 q_1 \right\} t^2 - \frac{q_1}{\sin \varepsilon_0} \psi t - \frac{\cotg \varepsilon_0 p_1}{\sin \varepsilon_0} \Delta \varepsilon t \\ a_3 &= \left\{ \frac{p_3}{\sin \varepsilon_0} - \frac{1}{2} \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0} (p_1^2 + q_1^2) - \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} (p_1 q_2 + p_2 q_1) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1 + 3 \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^3} \left( \frac{1}{2} q_1^2 p_1 - \frac{1}{2} p_1^3 \right) \right\} t^3 + \\ &\quad + \left\{ \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} (q_1^2 - p_1^2) - \frac{q_2}{\sin \varepsilon_0} \right\} \psi t^2 + \\ &\quad + \left\{ - \frac{p_1}{2 \sin \varepsilon_0} \right\} \psi^2 t + \\ &\quad + \left\{ \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^3} p_1 q_1 - \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} p_2 \right\} \Delta \varepsilon t^2 + \\ &\quad + \left\{ \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{2 \sin \varepsilon_0^3} p_1 \right\} \Delta \varepsilon^2 t + \\ &\quad + \left\{ \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} q_1 \right\} \Delta \varepsilon \psi t, \end{aligned} \right\} 9)$$

und weiter:

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= 180^\circ - (II) + \psi \\ b_1 &= \cotg \varepsilon_0 p_1 t \\ b_2 &= \left\{ \cotg \varepsilon_0 p_2 - \frac{1}{2} \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^2} p_1 q_1 \right\} t^2 - \cotg \varepsilon_0 q_1 \psi t - \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0^2} \Delta \varepsilon t \\ b_3 &= \left\{ \cotg \varepsilon_0 p_3 - \frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0 p_1 (p_1^2 + q_1^2) - \frac{1}{2} \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^2} (p_1 q_2 + p_2 q_1) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{3 + \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^3} \cos \varepsilon_0 \left( \frac{1}{2} q_1^2 p_1 - \frac{1}{2} p_1^3 \right) \right\} t^3 + \\ &\quad + \left\{ \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{2 \sin \varepsilon_0^2} (q_1^2 - p_1^2) - \cotg \varepsilon_0 q_2 \right\} \psi t^2 + \\ &\quad + \left\{ - \frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0 p_1 \right\} \psi^2 t + \\ &\quad + \left\{ 2 \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} p_1 q_1 - \frac{p_1^2}{\sin \varepsilon_0^2} \right\} \Delta \varepsilon t^2 \\ &\quad + \left\{ \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} p_1 \right\} \Delta \varepsilon^2 t \\ &\quad + \left\{ \frac{q_1}{\sin \varepsilon_0^2} \right\} \Delta \varepsilon \psi t. \end{aligned} \right\} 10)$$

Es wird hier der richtige Ort sein, noch eine Entwicklung durchzuführen, die zwar für die nächsten Zwecke nicht nöthig ist, von der aber später Gebrauch gemacht werden wird; in dem hier in Betracht gezogenen sphärischen Dreiecke  $cE\vee_1$  (Figur I pag. 125) ist der Winkel bei  $\vee_1$  nicht bestimmt worden. Bezeichnet man den Winkel  $E_1\vee_1A$ , der die wahre Schiefe der Ekliptik darstellt, mit  $\varepsilon$ , so gibt eine Fundamentalrelation der sphärischen Trigonometrie, den Ausdruck:

$$\sin \varepsilon = \frac{\sin (180^\circ - (II) + \psi)}{\sin b} \sin \varepsilon'.$$

Setzt man vorerst:

$$\frac{\sin (180^\circ - (II) + \psi)}{\sin b} = 1 + r,$$

so wird sein:

$$\sin \varepsilon - \sin \varepsilon' = r \sin \varepsilon' = 2 \sin \frac{1}{2} (\varepsilon - \varepsilon') \cos [\varepsilon' + \frac{1}{2} (\varepsilon - \varepsilon')],$$

oder, indem man nach Potenzen von  $\varepsilon - \varepsilon'$  entwickelt:

$$(\varepsilon - \varepsilon') - \frac{1}{2} \operatorname{tg} \varepsilon' (\varepsilon - \varepsilon')^2 - \frac{1}{6} (\varepsilon - \varepsilon')^3 = r \operatorname{tg} \varepsilon'.$$

Die Umkehrung dieser Reihe gibt aber:

$$\varepsilon - \varepsilon' = r \operatorname{tg} \varepsilon' + \frac{1}{2} r^2 \operatorname{tg} \varepsilon'^3 + \frac{1}{4} r^3 \operatorname{tg} \varepsilon'^3 (\operatorname{tg} \varepsilon'^2 + \frac{1}{2}). \quad (11)$$

Es soll nun vorerst der Coëfficient  $r$  näher entwickelt werden; wenn man die obige Entwicklung (vergl. Gleichung 10) pag. 160) für  $b$  heranzieht, so erhält man, wenn abkürzend:

$$\beta = b_1 + b_2 + b_3,$$

gesetzt wird:

$$\begin{aligned} r &= \frac{\sin (180^\circ - (II) + \psi) - \sin (180^\circ - (II) + \psi + \beta)}{\sin (180^\circ - (II) + \psi + \beta)} = \\ &= - \frac{\beta \cos (180^\circ - (II) + \psi) - \frac{1}{2} \beta^2 \sin (180^\circ - (II) + \psi) - \frac{1}{6} \beta^3 \cos (180^\circ - (II) + \psi) + \dots}{\sin (180^\circ - (II) + \psi) + \beta \cos (180^\circ - (II) + \psi) - \frac{1}{2} \beta^2 \sin (180^\circ - (II) + \psi) + \dots} \end{aligned}$$

Will man bei dieser Entwicklung wie früher alle Glieder dritter Ordnung mitnehmen, so wird man zu setzen haben:

$$\begin{aligned} \cos (180^\circ - (II) + \psi) &= \cos (180^\circ - (II)) - \psi \sin (180^\circ - (II)) - \frac{1}{2} \psi^2 \cos (180^\circ - (II)) + \dots \\ \sin (180^\circ - (II) + \psi) &= \sin (180^\circ - (II)) + \psi \cos (180^\circ - (II)) - \frac{1}{2} \psi^2 \sin (180^\circ - (II)) + \dots, \end{aligned}$$

und es wird:

$$-r = \cotg (180^\circ - (II)) \frac{\beta - (\beta \psi + \frac{1}{2} \beta^2) \operatorname{tg} (180^\circ - (II)) - (\frac{1}{2} \beta \psi^2 + \frac{1}{2} \beta^2 \psi + \frac{1}{6} \beta^3)}{1 + (\psi + \beta) \cotg (180^\circ - (II)) - \frac{1}{2} (\beta + \psi)^2},$$

oder bis auf Grössen dritter Ordnung inclusive:

$$\begin{aligned} r &= -\beta \cotg (180^\circ - (II)) + \\ &\quad + (\beta \psi + \frac{1}{2} \beta^2) + (\beta \psi + \beta^2) \cotg (180^\circ - (II))^2 + \\ &\quad - (\beta \psi^2 + 2 \beta^2 \psi + \frac{5}{6} \beta^3) \cotg (180^\circ - (II)) - (\beta^3 + 2 \beta^2 \psi + \\ &\quad + \beta \psi^2) \cotg (180^\circ - (II))^3. \end{aligned} \quad (12)$$

Um nun  $\cotg (180^\circ - (II))$  zu erhalten, hat man nach 1a) (pag. 124):

$$\cotg (180^\circ - (II)) = - \frac{q_1 t + q_2 t^2 + q_3 t^3}{p_1 t + p_2 t^2 + p_3 t^3} = - \frac{q_1}{p_1} \cdot \frac{1 + \frac{q_2}{q_1} t + \frac{q_3}{q_1} t^2}{1 + \frac{p_2}{p_1} t + \frac{p_3}{p_1} t^2},$$

oder wieder innerhalb der für das Resultat geforderten Genauigkeitsgrenzen:

$$\cotg(180^\circ - (II)) = -\frac{q_1}{p_1} \left\{ 1 + \left( \frac{q_2}{q_1} - \frac{p_2}{p_1} \right) t + \left( \frac{p_2^2}{p_1^2} + \frac{q_3}{q_1} - \frac{p_3}{p_1} - \frac{q_2 p_2}{q_1 p_1} \right) t^2 \right\}. \quad 13)$$

Führt man diese Relationen in 12) ein, so ergibt sich, wenn gleichzeitig  $\beta = b_1 + b_2 + b_3$  nach 10) (pag. 160) eingeführt wird:

$$\begin{aligned} r = & \cotg \varepsilon_0 q_1 t + \\ & + t^2 \left\{ -\frac{1}{2} q_1^2 + \frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0^2 p_1^2 + \cotg \varepsilon_0 q_2 \right\} + \psi t \{ \cotg \varepsilon_0 p_1 \} - \\ & \quad - \Delta \varepsilon t \left\{ \frac{1}{\sin \varepsilon_0^2} q_1 \right\} + \\ & + t^3 \left\{ -\frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0 q_1^3 - q_1 q_2 + \cotg \varepsilon_0 q_3 - \frac{\cotg \varepsilon_0}{2} (2 + \cotg \varepsilon_0^2) p_1^2 q_1 + \right. \\ & \quad \left. + \cotg \varepsilon_0^2 p_1 p_2 \right\} + \\ & + \psi t^2 \left\{ -\frac{1}{\sin \varepsilon_0^2} q_1 p_1 + \cotg \varepsilon_0 p_2 \right\} + \\ & + \psi^2 t \left\{ -\frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0 q_1 \right\} + \\ & + \Delta \varepsilon t^2 \left\{ -\frac{1}{\sin \varepsilon_0^2} q_2 - \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} p_1^2 \right\} + \\ & + \Delta \varepsilon^2 t \left\{ \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} q_1 \right\} + \\ & + \Delta \varepsilon \psi t \left\{ -\frac{1}{\sin \varepsilon_0^2} p_1 \right\}. \end{aligned} \quad 14)$$

Diese Relation wäre in 11) (pag. 161) einzuführen, man hat aber zu beachten, dass in dieser Gleichung wie früher gesetzt werden muss:

$$\varepsilon' = \varepsilon_0 + \Delta \varepsilon,$$

wo  $\varepsilon_0$  die mittlere Schiefe zur Zeit der Ausgangsepoche darstellt; es ist danach:

$$\tg \varepsilon' = \tg \varepsilon_0 + \frac{\Delta \varepsilon}{\cos \varepsilon_0^2} + \frac{\tg \varepsilon_0}{\cos \varepsilon_0^2} \Delta \varepsilon^2,$$

also:

$$\begin{aligned} \varepsilon = & \varepsilon_0 + \Delta \varepsilon + r \tg \varepsilon_0 + \\ & + \frac{r}{\cos \varepsilon_0^2} \Delta \varepsilon + \frac{1}{2} r^2 \tg \varepsilon_0^3 + \\ & + r \frac{\tg \varepsilon_0}{\cos \varepsilon_0^2} \Delta \varepsilon^2 + \frac{1}{2} r^2 \frac{\tg \varepsilon_0^2}{\cos \varepsilon_0^2} \Delta \varepsilon + \frac{1}{2} \tg \varepsilon_0^3 (\tg \varepsilon_0^2 + \frac{1}{2}) r^3, \end{aligned} \quad 15)$$

wobei innerhalb der vorgesetzten Genauigkeitsgrenzen zu setzen sein wird:

$$\begin{aligned} r^2 = & \cotg \varepsilon_0^2 q_1^2 t^2 + t^3 \left\{ -\cotg \varepsilon_0 q_1^3 + \cotg \varepsilon_0^3 q_1 p_1^2 + 2 \cotg \varepsilon_0^2 q_1 q_2 \right\} \\ & + \psi t^2 \{ 2 \cotg \varepsilon_0^2 q_1 p_1 \} - \Delta \varepsilon t^2 \left\{ 2 \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} q_1^2 \right\} \\ r^3 = & \cotg \varepsilon_0^3 q_1^3 t^3. \end{aligned} \quad 16)$$

Die Substitution des Ausdruckes 14) und der Relationen 16) in die Gleichung 15) ergibt schliesslich:

$$\begin{aligned} \varepsilon = & \varepsilon_0 + \Delta \varepsilon + q_1 t \\ & + t^2 \left\{ \frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0 p_1^2 + q_2 \right\} + \psi t \{ p_1 \} \\ & + t^3 \left\{ -\frac{1}{2} q_1^3 - \frac{1}{2 \sin \varepsilon_0^2} q_1 p_1^2 + \cotg \varepsilon_0 p_1 p_2 + q_3 \right\} \\ & + \psi t^2 \left\{ -\cotg \varepsilon_0 q_1 p_1 + p_2 \right\} \\ & + \psi^2 t \left\{ -\frac{1}{2} q_1 \right\} \\ & + \Delta \varepsilon t^2 \left\{ -\frac{1}{2 \sin \varepsilon_0^2} p_1^2 \right\}. \end{aligned} \quad 17)$$

Mit Hilfe des oben (Gleichung 10) pag. 160) entwickelten Ausdruckes für  $b$  wird es nicht schwer sein, die Relation zwischen den auf das wahre Äquinocetium bezogenen Coordinaten  $l'$  und  $b'$  und den für die feste Ekliptik der Ausgangsepoche geltenden  $l$  und  $b$  herzustellen. Legt man die positive  $X$ -Achse eines Coordinatensystems in den absteigenden Knoten der beweglichen Ekliptik in der fixen und die  $XY$ -Ebene einmal in die feste, das anderemal in die bewegliche Ekliptik, so hat man zur Verwandlung der Coordinaten die Relationen:

$$\begin{aligned}\cos b' \cos(l' + 180^\circ - (II)) &= \cos b' \cos(l' + b) \\ \cos b' \sin(l' + 180^\circ - (II)) &= \cos b' \sin(l' + b) \cos(\pi) + \sin b' \sin(\pi) \\ \sin b' &= -\cos b' \sin(l' + b) \sin(\pi) + \sin b' \cos(\pi).\end{aligned}$$

Multiplicirt man die erste Gleichung mit  $\cos(180^\circ - (II) + \psi)$ , die zweite mit  $\sin(180^\circ - (II) + \psi)$  und bildet deren Summe, dann dieselben Gleichungen mit  $-\sin(180^\circ - (II) + \psi)$  und  $\cos(180^\circ - (II) + \psi)$  und addirt wieder, so findet sich:

$$\left. \begin{aligned}\cos b' \cos(l' - \psi) &= \cos b' \{ \cos(l' + b) \cos(180^\circ - (II) + \psi) + \\ &\quad + \sin(l' + b) \sin(180^\circ - (II) + \psi) \cos(\pi) \} \\ \cos b' \sin(l' - \psi) &= \cos b' \{ -\cos(l' + b) \sin(180^\circ - (II) + \psi) + \\ &\quad + \sin(l' + b) \cos(180^\circ - (II) + \psi) \cos(\pi) \} \\ \sin b' &= -\cos b' \sin(l' + b) \sin(\pi) + \sin b' \cos(\pi).\end{aligned} \right\} 18)$$

Hiermit sind die in den partiellen Differentialquotienten des Potentials auftretenden Functionen auf die den Tafeln zu entlehnenden Coordinaten reducirt; doch wird es zweckmässig sein, auf die rechts vom Gleichheitszeichen stehenden Ausdrücke Reihenentwicklungen anzuwenden, wobei aber die Annäherung auf Glieder zweiter Ordnung inclusive beschränkt werden kann, da diese Coëfficienten in den bezüglichen Ausdrücken mit Gliedern von der Ordnung der Störungen multiplicirt erscheinen: dieser Bemerkung gemäss sind die folgenden Substitutionen und Transformationen durchzuführen.

Der Coëfficient von  $\cos b'$  in der ersten Gleichung in 18) kann geschrieben werden:

$$\cos(l' + b - 180^\circ + (II) - \psi) - 2 \sin(l' + b) \sin(180^\circ - (II) + \psi) \sin \frac{1}{2}(\pi)^2;$$

lässt man alle Glieder dritter Ordnung fort, so wird derselbe:

$$\begin{aligned}\cos(l' + \cotg \varepsilon_0 p_1 t + \cotg \varepsilon_0 p_2 t^2 - \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0^2} \mathcal{A} \varepsilon t - \cotg \varepsilon_0 q_1 \psi t - \frac{1}{2} \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^2} p_1 q_1 t^2) + \\ + \frac{1}{2} \sin(l' - (II)) \sin(II) \operatorname{tg}(\pi)^2,\end{aligned}$$

somit auch:

$$\left. \begin{aligned}\cos l' \{ 1 - \frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0^2 p_1^2 t^2 \} - \sin l' \{ \cotg \varepsilon_0 p_1 t + \cotg \varepsilon_0 p_2 t^2 - \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0^2} \mathcal{A} \varepsilon t - \\ - \cotg \varepsilon_0 q_1 \psi t - \frac{1}{2} \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^2} p_1 q_1 t^2 \} - \\ - \frac{1}{2} \cos l' p_1^2 t^2 + \frac{1}{2} \sin l' p_1 q_1 t^2.\end{aligned} \right\} 19)$$

Der Coëfficient von  $\sin b'$  in der ersten Gleichung 18) kann innerhalb der gesteckten Genauigkeitsgrenzen geschrieben werden:

$$\sin (II) \operatorname{tg} (\pi) - \cos (II) \operatorname{tg} (\pi) \psi = \{p_1 t + p_2 t^2 - q_1 \psi t\}. \quad 20)$$

Die Addition der Ausdrücke 19) und 20) ergibt:

$$\begin{aligned} \cos b' \cos (\ell' - \psi) = & \cos b' \cos \ell' \left\{ 1 - \frac{1}{2 \sin \varepsilon_0^2} p_1^2 t^2 \right\} + \\ & + \cos b' \sin \ell' \left\{ -\operatorname{ctg} \varepsilon_0 p_1 t + \frac{p_1 q_1}{\sin \varepsilon_0^2} t^2 - \operatorname{ctg} \varepsilon_0 p_2 t^2 + \right. \\ & \left. + \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0^2} \mathcal{A} \varepsilon t + \operatorname{ctg} \varepsilon_0 q_1 \psi t \right\} + \\ & + \sin b' \{p_1 t - q_1 \psi t + p_2 t^2\}. \end{aligned} \quad 21)$$

Der Coëfficient von  $\cos b'$  in der zweiten Gleichung in 18) (pag. 163) lässt sich ähnlich transformiren, derselbe ist zunächst:

$$\sin (\ell' + b - 180^\circ + (II) - \psi) - 2 \sin (\ell' + b) \cos (180^\circ - (II) + \psi) \sin \frac{1}{2} (\pi)^2,$$

oder:

$$\begin{aligned} \sin \{ \ell' + \operatorname{ctg} \varepsilon_0 p_1 t + \operatorname{ctg} \varepsilon_0 p_2 t^2 - \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0^2} \mathcal{A} \varepsilon t - \operatorname{ctg} \varepsilon_0 q_1 \psi t - \frac{1}{2} \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^2} p_1 q_1 t^2 - \\ - \frac{1}{2} \sin (\ell' - (II)) \cos (II) \operatorname{tg} (\pi)^2, \end{aligned}$$

es wird demnach:

$$\begin{aligned} \cos b' \sin (\ell' - \psi) = & \cos b' \sin \ell' \left\{ 1 - \frac{1}{2} (\operatorname{ctg} \varepsilon_0^2 p_1^2 + q_1^2) t^2 \right\} + \\ & + \cos b' \cos \ell' \left\{ \operatorname{ctg} \varepsilon_0 p_1 t + \operatorname{ctg} \varepsilon_0 p_2 t^2 - \frac{1 + \cos 2 \varepsilon_0}{2 \sin \varepsilon_0^2} p_1 q_1 t^2 - \right. \\ & \left. - \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0^2} \mathcal{A} \varepsilon t - \operatorname{ctg} \varepsilon_0 q_1 \psi t \right\} + \\ & + \sin b' \{-q_1 t - p_1 \psi t - q_2 t^2\}. \end{aligned} \quad 22)$$

In ganz ähnlicher Weise findet sich:

$$\begin{aligned} \sin b' = & \cos b' \sin \ell' \left\{ q_1 t + q_2 t^2 + \psi p_1 t + \operatorname{ctg} \varepsilon_0 p_1^2 t^2 \right\} + \\ & + \cos b' \cos \ell' \left\{ -p_1 t - p_2 t^2 + \psi q_1 t + \operatorname{ctg} \varepsilon_0 p_1 q_1 t^2 \right\} + \\ & + \sin b' \left\{ 1 - \frac{1}{2} (p_1^2 + q_1^2) t^2 \right\}. \end{aligned} \quad 23)$$

In der Entwicklung der partiellen Differentialquotienten des Potentials (vergl. Gleichung 15) pag. 162) kommt überdies  $\cos b' \sin (\ell' - \psi)$  einmal in Verbindung mit  $\sin \varepsilon'$ , das anderemal mit  $\operatorname{ctg} \varepsilon'$  vor, ferner erscheint  $\sin b'$  einmal allein, dann in Verbindung mit  $\cos \varepsilon'$ ; man hat aber:

$$\begin{aligned} \sin \varepsilon' = & \sin \varepsilon_0 + \cos \varepsilon_0 \mathcal{A} \varepsilon - \frac{\sin \varepsilon_0}{2} \mathcal{A} \varepsilon^2 \\ \operatorname{ctg} \varepsilon' = & \operatorname{ctg} \varepsilon_0 - \frac{1}{\sin \varepsilon_0^2} \mathcal{A} \varepsilon + \frac{\operatorname{ctg} \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} \mathcal{A} \varepsilon^2 \\ \cos \varepsilon' = & \cos \varepsilon_0 - \sin \varepsilon_0 \mathcal{A} \varepsilon - \frac{\cos \varepsilon_0}{2} \mathcal{A} \varepsilon^2. \end{aligned} \quad 24)$$

Mit Rücksicht auf diese Relationen und die Gleichungen 21), 22) und 23) erhält man daher für die in den Differentialquotienten des Potentials auftretenden Factoren (vergl. Gleichung 15) pag. 162):

$$\begin{aligned} \sin \varepsilon' \cos b' \sin (l' - \psi) + \cos \varepsilon' \sin b' = \\ = \cos b' \sin l' \{ \sin \varepsilon_0 + \cos \varepsilon_0 q_1 t + \cos \varepsilon_0 \mathcal{A} \varepsilon + \frac{1}{2} (\cotg \varepsilon_0 \cos \varepsilon_0 p_1^2 - \sin \varepsilon_0 q_1^2 + \\ + 2 \cos \varepsilon_0 q_2) t^2 + \cos \varepsilon_0 p_1 \psi t - \sin \varepsilon_0 q_1 \mathcal{A} \varepsilon t - \frac{1}{2} \sin \varepsilon_0 \mathcal{A} \varepsilon^2 \} + \\ + \sin b' \{ \cos \varepsilon_0 - \sin \varepsilon_0 q_1 t - \sin \varepsilon_0 \mathcal{A} \varepsilon - (\sin \varepsilon_0 q_2 + \frac{1}{2} [p_1^2 + q_1^2] \cos \varepsilon_0) t^2 - \\ - \sin \varepsilon_0 p_1 \psi t - \cos \varepsilon_0 q_1 \mathcal{A} \varepsilon t - \frac{1}{2} \cos \varepsilon_0 \mathcal{A} \varepsilon^2 \}; \end{aligned} \quad 25a)$$

$$\begin{aligned} \cotg \varepsilon' \cos b' \sin (l' - \psi) - \sin b' = \\ = \cos b' \sin l' \{ \cotg \varepsilon_0 - q_1 t - \frac{\mathcal{A} \varepsilon}{\sin \varepsilon_0^2} - p_1 \psi t - (\cotg \varepsilon_0 p_1^2 + q_2 + \frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0^3 p_1^2 + \\ + \frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0 q_1^2) t^2 + \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} \mathcal{A} \varepsilon^2 \} + \\ + \cos b' \cos l' \{ \frac{p_1 t}{\sin \varepsilon_0^2} + (p_2 - \cotg \varepsilon_0 p_1 q_1) \frac{t^2}{\sin \varepsilon_0^2} - \frac{q_1 \psi t}{\sin \varepsilon_0^2} - \frac{2 \cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0^2} p_1 \mathcal{A} \varepsilon t \} + \\ + \sin b' \{ -1 - \cotg \varepsilon_0 q_1 t + \frac{q_1 \mathcal{A} \varepsilon t}{\sin \varepsilon_0^2} - \cotg \varepsilon_0 p_1 \psi t + (\frac{1}{2} p_1^2 + \frac{1}{2} q_1^2 - \cotg \varepsilon_0 q_2) t^2 \}. \end{aligned} \quad 25b)$$

Hierdurch erscheinen in Verbindung mit der Gleichung 21) (pag. 164) die Factoren in den Differentialquotienten des Potentials, so weit dieselben von der säcularen Bewegung der Ekliptik abhängig sind, entwickelt. Diese Ausdrücke enthalten die zu suchende Grösse  $\psi$  selbst, aber nur in den Gliedern zweiter Ordnung, während  $\mathcal{A} \varepsilon$  ausser periodischen Gliedern nur solche Glieder enthält, die mit zweiten und höheren Potenzen von  $t$  multiplicirt sind; man müsste, wenn diese Grössen nicht anderweitig genähert bekannt wären, dieselben in der ersten Näherung der Null gleich setzen und dann das so erlangte Integrationsresultat für  $\psi$  und  $\mathcal{A} \varepsilon$  in die vorstehenden Ausdrücke in der zweiten Annäherung einführen; da jedoch für  $\psi$  und  $\mathcal{A} \varepsilon$  durch anderweitige Untersuchungen bereits Näherungswerthe bekannt sind und für den angestrebten Zweck eine ganz beiläufige Kenntniss derselben ausreicht, so sollen die entsprechenden Werthe entlehnt und hier eingeführt werden. Berücksichtigt man bloss die grössten Glieder, so hat man, wenn für  $t$  das julianische Jahrhundert = 36525 mittlere Sonnentage als Zeiteinheit genommen wird, nach Le-Verrier's Sonnentafeln:

$$\left. \begin{aligned} \psi &= -5037''1 t + 17''3 \sin \Omega + 1''3 \sin 2\odot \\ \mathcal{A} \varepsilon &= 9''2 \cos \Omega + 0''0719 t^2 \\ \varepsilon_0 &= 23^\circ 27' 31''83, \end{aligned} \right\} \quad 26)$$

wobei die Symbole  $\Omega$  und  $\odot$  beziehungsweise die mittlere Länge des aufsteigenden Mondknotens und jene der Sonne darstellen;  $\mathcal{A} \varepsilon$  enthält kein mit der ersten Potenz der Zeit proportionales Glied. Durch Einführung dieser numerischen Werthe in die Gleichungen 21) (pag. 164) und 25) (pag. 165) erhält man, wenn die constanten Glieder in Einheiten des Radius (die überstrichenen Zahlen sind logarithmisch zu verstehen), die rein periodischen Glieder auf zwei Decimalen und, was mehr als ausreichend ist, die mit  $t$  und  $t^2$  multiplicirten Coëfficienten auf vier Decimalen der Bogensekunde angesetzt werden, die folgenden Werthe:

$$\begin{aligned} \cos b' \cos (l' - \psi) &= \cos b' \cos l' \{ 1 - 0''0005 t^2 \} + \\ + \cos b' \sin l' \{ &- 13''4598 t + 2''2172 t^2 + 0''0016 t \cos \Omega - 0''0092 t \sin \Omega - \\ - 0''0007 t \sin 2\odot \} &+ \sin b' \{ + 5''8410 t - 0''9659 t^2 + 0''0040 t \sin \Omega + 0''0003 t \sin 2\odot \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \sin \varepsilon' \cos b' \sin (\ell' - \psi) + \cos \varepsilon' \sin b' = \cos b' \sin \ell' \{ 9.599982 - 43''6601 t - \\
 & \quad - 0''0148 t^2 + 8''44 \cos \Omega + 0''0008 t \cos \Omega + 0''0004 t \sin \Omega \} + \\
 & \quad + \sin b' \{ 9.962533 + 18''9467 t + 0''0004 t^2 - 3''66 \cos \Omega + \\
 & \quad + 0''0019 t \cos \Omega - 0''0002 t \sin \Omega \} \\
 & \cotg \varepsilon' \cos b' \sin (\ell' - \psi) - \sin b' = \cos b' \cos \ell' \{ + 36''8573 t - 6''0752 t^2 - \\
 & \quad - 0''0076 t \cos \Omega + 0''0252 t \sin \Omega + 0''0019 t \sin 2\odot \} + \\
 & \quad + \cos b' \sin \ell' \{ 0.362552 + 47''5940 t - 0''3819 t^2 - \\
 & \quad - 58''05 \cos \Omega + 0''0001 t^2 \cos \Omega - 0''0005 t \sin \Omega \} + \\
 & \quad + \sin b' \{ -1 + 109''6741 t + 0''2034 t^2 - 0''0134 t \cos \Omega - \\
 & \quad - 0''0011 t \sin \Omega - 0''0001 t \sin 2\odot \}.
 \end{aligned} \tag{27}$$

Bildet man nun die durch die partiellen Differentialquotienten des Potentials geforderten Producte und lässt die kleinen ganz irrelevanten mit  $t^2 \cos \Omega$  multiplicirten Glieder fort, so findet sich (vergl. 15) pag. 145):

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{r',3} \{ \cos b' \cos (\ell' - \psi) \} \{ \sin \varepsilon' \cos b' \sin (\ell' - \psi) + \cos \varepsilon' \sin b' \} = \left( \frac{dV}{d\psi} \right) \frac{1}{3M, (C-A) \sin \varepsilon'} = \\
 & = \frac{1}{r',3} \cos b' \cos \ell' \cos b' \sin \ell' \{ 9.599982 - 43''6601 t - 0''0150 t^2 + 8''44 \cos \Omega + \\
 & \quad + 0''0008 t \cos \Omega + 0''0004 t \sin \Omega \} + \\
 & + \frac{1}{r',3} \cos b' \cos \ell' \sin b' \{ 9.962533 + 18''9467 t - 0''0001 t^2 - 3''66 \cos \Omega + \\
 & \quad + 0''0019 t \cos \Omega - 0''0002 t \sin \Omega \} \\
 & + \frac{1}{r',3} \cos b' \sin \ell' \cos b' \sin \ell' \{ -5''3582 t + 0''8855 t^2 + 0''0001 t \cos \Omega - \\
 & \quad - 0''0037 t \sin \Omega - 0''0003 \sin 2\odot \} + \\
 & + \frac{1}{r',3} \cos b' \sin \ell' \sin b' \{ -10''0221 t + 1''6469 t^2 + 0''0019 t \cos \Omega - \\
 & \quad - 0''0068 t \sin \Omega - 0''0005 \sin 2\odot \} + \\
 & + \frac{1}{r',3} \sin b' \sin b' \{ + 5''3582 t - 0''8855 t^2 - 0''0001 t \cos \Omega + 0''0037 t \sin \Omega + \\
 & \quad + 0''0003 \sin 2\odot \}.
 \end{aligned} \tag{28}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{r',3} \{ \cotg \varepsilon' \cos b' \sin (\ell' - \psi) - \sin b' \} \{ \sin \varepsilon' \cos b' \sin (\ell' - \psi) + \cos \varepsilon' \sin b' \} = \\
 & = - \left( \frac{dV}{d\varepsilon'} \right) \frac{1}{3M, (C-A) \sin \varepsilon'} = \\
 & = \frac{1}{r',3} \cos b' \cos \ell' \cos b' \sin \ell' \{ + 14''6726 t - 2''4263 t^2 - 0''0015 t \cos \Omega + \\
 & \quad + 0''0100 t \sin \Omega + 0''0008 \sin 2\odot \} + \\
 & + \frac{1}{r',3} \cos b' \cos \ell' \sin b' \{ + 33''8109 t - 5''5697 t^2 - 0''0076 t \cos \Omega + \\
 & \quad + 0''0231 t \sin \Omega + 0''0017 \sin 2\odot \} + \\
 & + \frac{1}{r',3} \cos b' \sin \ell' \cos b' \sin \ell' \{ 9.962533 - 81''6624 t - 0''1962 t^2 - 3''66 \cos \Omega + \\
 & \quad + 0''0161 t \cos \Omega + 0''0007 t \sin \Omega \} + \\
 & + \frac{1}{r',3} \cos b' \sin \ell' \sin b' \{ 0.234470 + 174''6404 t - 0''2725 t^2 - 70''13 \cos \Omega - \\
 & \quad - 0''0034 t \cos \Omega - 0''0018 t \sin \Omega \} + \\
 & + \frac{1}{r',3} \sin b' \sin b' \{ 9.962533 + 81''6624 t + 0''1962 t^2 + 3''66 \cos \Omega - \\
 & \quad - 0''0161 t \cos \Omega - 0''0008 t \sin \Omega - 0''0001 \sin 2\odot \}.
 \end{aligned} \tag{29}$$

Man könnte in den obigen Ausdrücken die dritten Glieder mit den fünften zusammenziehen und als gemeinsamen Factor  $(\cos b' \sin \ell')^2 - \sin b'^2$  herausheben, doch habe ich es vorgezogen, die Glieder getrennt stehen zu lassen.



Nunmehr stellt sich die Aufgabe, die Grössen  $r'$ ,  $l'$  und  $b'$  entsprechend den astronomischen Tafeln in integrierbarer Form zu entwickeln. Für die Mondkoordinaten habe ich Hansen's Tafeln, für die Sonnenkoordinaten Le-Verrier's Tafeln benutzt und hierbei eine solche Genauigkeit angestrebt, dass im Allgemeinen die Coordinaten bis auf die fünfte Decimale richtig erhalten werden. Nach Hansen's Mondtafeln würden bei Berücksichtigung aller Glieder, welche eine Einheit der fünften Decimale betragen können, nur mit Ausschluss der etwas zweifelhaften Venusglieder, für die Länge des Mondes die folgenden in Einheiten des Radius angesetzten Werthe, in welchen:

$g$  : die mittlere Anomalie des Mondes,

$g'$  : die mittlere Anomalie der Sonne,

$\omega$  : den Abstand des Mondperigäums von dem aufsteigenden Mondknoten,

$\omega'$  : den Abstand des Sonnenperigäums von dem aufsteigenden Mondknoten,

$\Omega$  : die Länge des aufsteigenden Mondknotens,

$t$  : die seit 1850.0 verflossene Zeit in Einheiten des julianischen Jahrhunderts darstellt, in Betracht kommen:

$$\begin{aligned}
 l_{\odot} = g + \omega + \Omega &+ 0.00003 \sin (g - 4g' + 2\omega - 2\omega') \\
 + 0.10976 \sin g &+ 0.00004 \sin (2g - 4g' + 2\omega - 2\omega') \\
 + 0.00373 \sin 2g &+ 0.00015 \sin (2g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 + 0.00017 \sin 3g &+ 0.00019 \sin (3g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 + 0.00004 \sin (-2g - g') &+ 0.00007 \sin (4g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 + 0.00053 \sin (-g - g') &- 0.00019 \sin (g + 2\omega) \\
 + 0.00324 \sin (-g') &- 0.00198,8 \sin (2g + 2\omega) \\
 + 0.00072 \sin (g - g') &- 0.00022 \sin (3g + 2\omega) \\
 + 0.00005 \sin (2g - g') &+ 0.00003 \sin (-g + 2g' + 2\omega') \\
 + 0.00004 \sin (-2g') &- 0.00027 \sin (2g' + 2\omega') \\
 - 0.00014 \sin (g - g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.00004 \sin (3g - 2g' + 4\omega - 2\omega') \\
 - 0.00012 \sin (2g - g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.00003 \sin (4g - 2g' + 4\omega - 2\omega') \\
 + 0.00006 \sin (-g - 2g' + 2\omega - 2\omega') &+ 0.00009 \sin (g + \omega - \omega') \\
 + 0.00103 \sin (-2g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.00009 \sin (-g' + \omega - \omega') \\
 + 0.02223 \sin (g - 2g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.00061 \sin (g - g' + \omega - \omega') \\
 + 0.01149 \sin (2g - 2g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.00004 \sin (2g - g' + \omega - \omega') \\
 + 0.00093 \sin (3g - 2g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.00004 \sin \Omega \\
 + 0.00007 \sin (4g - 2g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.0000015 t \sin (-g - g') \\
 + 0.00004 \sin (-3g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.0000082 t \sin (-g') \\
 + 0.00100 \sin (g - 3g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.0000019 t \sin (g - g') \\
 + 0.00080 \sin (2g - 3g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.0000024 t \sin (g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 + 0.00007 \sin (3g - 3g' + 2\omega - 2\omega') &- 0.0000019 t \sin (2g - 3g' + 2\omega - 2\omega').
 \end{aligned}$$

Der Sinus der Mondbreite ergab sich innerhalb derselben Genauigkeitsgrenzen aus denselben Tafeln:

$$\begin{aligned}
 \sin b'c = & -0.00002 \sin(g' + \omega) & + 0.00017 \sin(2g - 2g' + \omega - 2\omega') \\
 & - 0.00002 \sin(g + g' + \omega) & + 0.00001 \sin(3g - 2g' + \omega - 2\omega') \\
 & - 0.00003 \sin(2g + g' + \omega) & + 0.00004 \sin(-3g' + \omega - 2\omega') \\
 & - 0.00015 \sin(-g + \omega) & + 0.00014 \sin(g - 3g' + \omega - 2\omega') \\
 & - 0.00484 \sin \omega & - 0.00002 \sin(g + 2g' + \omega + 2\omega') \\
 & + 0.08942 \sin(g + \omega) & - 0.00001 \sin(g - 2g' + 3\omega - 2\omega') \\
 & + 0.00491 \sin(2g + \omega) & + 0.00097 \sin(2g - 2g' + 3\omega - 2\omega') \\
 & + 0.00029 \sin(3g + \omega) & + 0.00057 \sin(3g - 2g' + 3\omega - 2\omega') \\
 & + 0.00002 \sin(4g + \omega) & + 0.00006 \sin(4g - 2g' + 3\omega - 2\omega') \\
 & - 0.00002 \sin(2g + 3\omega) & + 0.00004 \sin(2g - 3g' + 3\omega - 2\omega') \\
 & + 0.00001 \sin(-g' + \omega) & + 0.00003 \sin(3g - 3g' + 3\omega - 2\omega') \\
 & + 0.00002 \sin(g - g' + \omega) & + 0.00004 \sin(2g - 4g' + 3\omega - 4\omega') \\
 & + 0.00004 \sin(2g - g' + \omega) & + 0.00003 \sin(3g - 4g' + 3\omega - 4\omega') \\
 & - 0.00005 \sin(g - g' + \omega - 2\omega') & + 0.00001 \sin(4g - 4g' + 5\omega - 4\omega') \\
 & + 0.00007 \sin(-g - 2g' + \omega - 2\omega') & - 0.00002 \sin(2g - g' + 2\omega - \omega') \\
 & + 0.00080 \sin(-2g' + \omega - 2\omega') & + 0.00002 \sin(g' + \omega') \\
 & + 0.00303 \sin(g - 2g' + \omega - 2\omega') & - 0.00004 \sin(g + \omega + \Omega).
 \end{aligned}$$

Der Sinus der Parallaxe wurde nach Hansen's Mondtafeln so genau abgeleitet, dass die zweite Decimale der Bogensekunde auf wenige Einheiten richtig erhalten wurde.

$$\begin{aligned}
 \sin \pi = & + 3422''06 & + 3.09 \cos(3g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & + 186.54 \cos g & + 0.28 \cos(4g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & + 10.16 \cos 2g & + 0.01 \cos(5g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & + 0.63 \cos 3g & - 0.04 \cos(-g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & + 0.03 \cos 4g & - 0.02 \cos(-3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & - 0.10 \cos(-2g - g') & + 1.45 \cos(g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & - 0.94 \cos(-g - g') & + 1.92 \cos(2g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & - 0.40 \cos(-g') & + 0.22 \cos(3g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & + 1.16 \cos(g - g') & + 0.01 \cos(4g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & + 0.12 \cos(2g - g') & + 0.05 \cos(g - 4g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & - 0.01 \cos(-g - 2g') & + 0.09 \cos(2g - 4g' + 2\omega - 2\omega') \\
 & - 0.01 \cos(-2g') & - 0.01 \cos(3g - 3g' + 4\omega - 4\omega') \\
 & + 0.01 \cos(g - 2g') & + 0.01 \cos(g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 & - 0.02 \cos(g + 2\omega - 2\omega') & + 0.36 \cos(2g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 & - 0.23 \cos(g - g' + 2\omega - 2\omega') & + 0.59 \cos(3g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 & - 0.29 \cos(2g - g' + 2\omega - 2\omega') & + 0.25 \cos(4g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 & - 0.04 \cos(3g - g' + 2\omega - 2\omega') & + 0.02 \cos(5g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 & - 0.01 \cos(-2g - 2g' + 2\omega - 2\omega') & + 0.03 \cos(2g - 5g' + 4\omega - 4\omega') \\
 & - 0.12 \cos(-g - 2g' + 2\omega - 2\omega') & + 0.07 \cos(3g - 5g' + 4\omega - 4\omega') \\
 & - 0.30 \cos(-2g' + 2\omega - 2\omega') & + 0.03 \cos(4g - 5g' + 4\omega - 4\omega') \\
 & + 34.30 \cos(g - 2g' + 2\omega - 2\omega') & + 0.01 \cos(4g - 6g' + 6\omega - 6\omega') \\
 & + 28.23 \cos(2g - 2g' + 2\omega - 2\omega') & - 0.71 \cos(g + 2\omega)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - 0.01 \cos(2g + 2\omega) & + 0.01 \cos(2g + \omega - \omega') \\
 & - 0.01 \cos(3g' + 2\omega') & + 0.01 \cos(-g - g' + \omega - \omega') \\
 & - 0.04 \cos(-g + 2g' + 2\omega') & + 0.02 \cos(-g' + \omega - \omega') \\
 & - 0.11 \cos(2g' + 2\omega') & - 0.95 \cos(g - g' + \omega - \omega') \\
 & - 0.08 \cos(g + 2g' + 2\omega') & - 0.11 \cos(2g - g' + \omega - \omega') \\
 & - 0.01 \cos(2g - 2g' + 4\omega - 2\omega') & - 0.01 \cos(g - 3g' + 3\omega - 3\omega') \\
 & - 0.01 \cos(3g - 2g' + 4\omega - 2\omega') & - 0.03 \cos(2g - 3g' + 3\omega - 3\omega') \\
 & - 0.01 \cos(\omega - \omega') & + 0.01 \cos(3g - 3g' + 3\omega - 3\omega') \\
 & + 0.14 \cos(g + \omega - \omega') & + 0.01 \cos(g + g' + \omega + \omega').
 \end{aligned}$$

Um nun aus  $\mathcal{I}_C$  die Ausdrücke  $\sin \mathcal{I}_C$  und  $\cos \mathcal{I}_C$  zu erhalten, wurde von den Relationen:

$$\begin{aligned}
 \sin \mathcal{I}_C &= \sin(g + \omega + \Omega) \cos p + \cos(g + \omega + \Omega) \sin p \\
 \cos \mathcal{I}_C &= \cos(g + \omega + \Omega) \cos p - \sin(g + \omega + \Omega) \sin p,
 \end{aligned}$$

Gebrauch gemacht, in welchen der Bogen  $p$  die Summe der periodischen Störungen in  $\mathcal{I}_C$  darstellt; es genügte für die hier gesteckten Genauigkeitsgrenzen zu setzen:

$$\cos p = 1 - \frac{1}{2}p^2, \quad \sin p = p - \frac{1}{6}p^3.$$

Da die Ausdrücke für  $\sin \mathcal{I}_C$  und  $\cos \mathcal{I}_C$  durchaus die gleichen numerischen Coefficienten erhalten, die im ersteren Falle mit dem Sinus, im letzteren Falle mit dem Cosinus des Argumentes verbunden werden, so habe ich dem entsprechend die folgenden Werthe in eine einheitliche Tafel gebracht, zu der ich nur bemerke, dass, um das Anschreiben allzuvieler Nullen zu vermeiden, die mit  $t$  multiplicirten Glieder in Einheiten der fünften Decimale angesetzt sind:

$$\begin{matrix} \sin \\ \cos \end{matrix} \left\{ \mathcal{I}_C \right.$$

| Coëfficient | $\begin{matrix} \sin \\ \cos \end{matrix} \left\{ \right.$ | Coëfficient | $\begin{matrix} \sin \\ \cos \end{matrix} \left\{ \right.$ |
|-------------|------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------|
| - 0.00001   | $- 2g + \omega + \Omega$                                   | + 0.00004   | $- g + g' - \omega + 2\omega' + \Omega$                    |
| - 0.00037   | $- g + \omega + \Omega$                                    | + 0.00006   | $g' - \omega + 2\omega' + \Omega$                          |
| - 0.05496   | $\omega + \Omega$                                          | - 0.00001   | $- 2g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                      |
| + 0.99684   | $g + \omega + \Omega$                                      | - 0.00010   | $g - 2g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                    |
| + 0.05462   | $2g + \omega + \Omega$                                     | + 0.01080   | $2g - 2g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                   |
| + 0.00335   | $3g + \omega + \Omega$                                     | + 0.00631   | $3g - 2g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                   |
| + 0.00021   | $4g + \omega + \Omega$                                     | + 0.00081   | $4g - 2g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                   |
| + 0.00017   | $- g' + \omega + \Omega$                                   | + 0.00007   | $5g - 2g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                   |
| + 0.00161   | $g - g' + \omega + \Omega$                                 | - 0.00001   | $- 3g + 2g' - \omega + 2\omega' + \Omega$                  |
| + 0.00044   | $2g - g' + \omega + \Omega$                                | - 0.00015   | $- 2g + 2g' - \omega + 2\omega' + \Omega$                  |
| + 0.00004   | $3g - g' + \omega + \Omega$                                | - 0.00515   | $- g + 2g' - \omega + 2\omega' + \Omega$                   |
| - 0.00028   | $g' + \omega + \Omega$                                     | - 0.01136   | $2g' - \omega + 2\omega' + \Omega$                         |
| - 0.00163   | $g + g' + \omega + \Omega$                                 | - 0.00114   | $g + 2g' - \omega + 2\omega' + \Omega$                     |
| - 0.00035   | $2g + g' + \omega + \Omega$                                | - 0.00009   | $2g + 2g' - \omega + 2\omega' + \Omega$                    |
| - 0.00004   | $3g + g' + \omega + \Omega$                                | + 0.00050   | $2g - 3g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                   |
| + 0.00002   | $g - 2g' + \omega + \Omega$                                | + 0.00044   | $3g - 3g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                   |
| - 0.00002   | $g + 2g' + \omega + \Omega$                                | + 0.00005   | $4g - 3g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                   |
| - 0.00008   | $2g - g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                    | - 0.00001   | $- 2g + 3g' - \omega + 2\omega' + \Omega$                  |
| - 0.00008   | $3g - g' + 3\omega - 2\omega' + \Omega$                    | - 0.00036   | $- g + 3g' - \omega + 2\omega' + \Omega$                   |

| Coëfficient | $\sin \left\{ \begin{array}{l} \\ \cos \left\{ \right. \end{array} \right.$ | Coëfficient | $\sin \left\{ \begin{array}{l} \\ \cos \left\{ \right. \end{array} \right.$ |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| — 0.00050   | $3g' - w + 2w' + \Omega$                                                    | — 0.00001   | $2g - 2g' + w - 2w' + \Omega$                                               |
| — 0.00004   | $y + 3g' - w + 2w' + \Omega$                                                | — 0.00002   | $4g - 2g' + 5w - 2w' + \Omega$                                              |
| + 0.00001   | $2g - 4g' + 3w - 2w' + \Omega$                                              | — 0.00001   | $5g - 2g' + 5w - 2w' + \Omega$                                              |
| + 0.00002   | $3g - 4g' + 3w - 2w' + \Omega$                                              | + 0.00001   | $- 3g + 2g' - 3w + 2w' + \Omega$                                            |
| — 0.00002   | $- g + 4g' - w + 2w' + \Omega$                                              | + 0.00002   | $- 2g + 2g' - 3w + 2w' + \Omega$                                            |
| — 0.00001   | $4g' - w + 2w' + \Omega$                                                    | — 0.00002   | $g - g' + 2w - w' + \Omega$                                                 |
| + 0.00013   | $3g - 4g' + 5w - 4w' + \Omega$                                              | — 0.00030   | $2g - g' + 2w - w' + \Omega$                                                |
| + 0.00016   | $4g - 4g' + 5w - 4w' + \Omega$                                              | — 0.00003   | $3g - g' + 2w - w' + \Omega$                                                |
| + 0.00005   | $5g - 4g' + 5w - 4w' + \Omega$                                              | + 0.00004   | $2g + 2w - w' + \Omega$                                                     |
| — 0.00001   | $- 3g + 4g' - 3w + 4w' + \Omega$                                            | — 0.00004   | $w' + \Omega$                                                               |
| — 0.00002   | $- 2g + 4g' - 3w + 4w' + \Omega$                                            | + 0.00001   | $- g + g' + w' + \Omega$                                                    |
| — 0.00001   | $- g + 4g' - 3w + 4w' + \Omega$                                             | + 0.00030   | $g' + w' + \Omega$                                                          |
| + 0.00001   | $4g - 5g' + 5w - 4w' + \Omega$                                              | + 0.00006   | $g + g' + w' + \Omega$                                                      |
| + 0.00001   | $- 2g + 5g' - 3w + 4w' + \Omega$                                            | — 0.00002   | $y + w + 2\Omega$                                                           |
| — 0.00001   | $- 2g + 2g' - 3w + 2w' + \Omega$                                            | + 0.00002   | $g + w$                                                                     |
| — 0.00001   | $4g - 2g' + 5w - 2w' + \Omega$                                              | — 0.05 t    | $- g' + w + \Omega$                                                         |
| — 0.00004   | $2g + 3w + \Omega$                                                          | — 0.41 t    | $g - g' + w + \Omega$                                                       |
| — 0.00099   | $3g + 3w + \Omega$                                                          | — 0.11 t    | $2g - g' + w + \Omega$                                                      |
| — 0.00016   | $4g + 3w + \Omega$                                                          | + 0.07 t    | $g' + w + \Omega$                                                           |
| + 0.00006   | $- 2g - w + \Omega$                                                         | + 0.41 t    | $g + g' + w + \Omega$                                                       |
| + 0.00100,2 | $- g - w + \Omega$                                                          | + 0.09 t    | $2g + g' + w + \Omega$                                                      |
| + 0.00014   | $- w + \Omega$                                                              | — 0.12 t    | $2g - 3g' + 3w - 2w' + \Omega$                                              |
| + 0.00001   | $2g' + w + 2w' + \Omega$                                                    | — 0.09 t    | $3g - 3g' + 3w - 2w' + \Omega$                                              |
| — 0.00013   | $g + 2g' + w + 2w' + \Omega$                                                | + 0.09 t    | $- g + 3g' - w + 2w' + \Omega$                                              |
| + 0.00013   | $g - 2g' + w - 2w' + \Omega$                                                | + 0.12 t    | $3g' - w + 2w' + \Omega$                                                    |

Aus  $\sin b'\zeta$  leitet man  $\cos b'\zeta$  mit genügender Genauigkeit nach:

$$\cos b'\zeta = 1 - \frac{1}{2} \sin^2 b'\zeta,$$

ab, woraus sich die folgenden numerischen Werthe ergeben:

$$\cos b'\zeta = + 0.99798$$

$$\begin{aligned} & + 0.00001 \cos 2g & - 0.00001 \cos (- 3g' - 2w') \\ & - 0.00022 \cos (g + 2w) & - 0.00001 \cos (g - 2g' + 2w - 2w') \\ & + 0.00198,7 \cos (2g + 2w) & + 0.00011 \cos (2g - 2g' + 2w - 2w') \\ & + 0.00022 \cos (3g + 2w) & + 0.00002 \cos (3g - 2g' + 2w - 2w') \\ & + 0.00002 \cos (4g + 2w) & + 0.00001 \cos (2g - 3g' + 2w - 2w') \\ & - 0.00005 \cos (- g - 2g' - 2w') & + 0.00004 \cos (3g - 2g' + 4w - 2w') \\ & - 0.00014 \cos (- 2g' - 2w') & + 0.00003 \cos (4g - 2g' + 4w - 2w'). \end{aligned}$$

Die dritte Potenz von  $\sin \pi$  fand sich, indem man den Coëfficienten 3422''06 als gemeinsamen Factor heraushob und  $r'\zeta$  in Einheiten des Erdäquatorhalbmessers sich ausgedrückt denkt:

$$\begin{aligned} \{3422''06 r'\zeta\}^{-3} = & + 1.00473 & + 0.00007 \cos 4g \\ & + 0.16442 \cos g & - 0.00013 \cos (- 2g - g') \\ & + 0.01344 \cos 2g & - 0.00083 \cos (- g - g') \\ & + 0.00108 \cos 3g & - 0.00031 \cos (- g') \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 0.00102 \cos(g - g') \\
 &+ 0.00017 \cos(2g - g') \\
 &+ 0.00001 \cos(3g - g') \\
 &- 0.00001 \cos(-g - 2g') \\
 &- 0.00001 \cos(-2g') \\
 &+ 0.00001 \cos(g - 2g') \\
 &- 0.00002 \cos(g + 2\omega - 2\omega') \\
 &- 0.00020 \cos(g - g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &- 0.00027 \cos(2g - g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &- 0.00006 \cos(3g - g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &- 0.00001 \cos(-2g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &- 0.00001 \cos(-g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00146 \cos(-2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.03147 \cos(g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.02658 \cos(2g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00419 \cos(3g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00050 \cos(4g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00003 \cos(5g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &- 0.00001 \cos(-g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00004 \cos(-3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00135 \cos(g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00177 \cos(2g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00029 \cos(3g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00002 \cos(4g - 3g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00004 \cos(g - 4g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00008 \cos(2g - 4g' + 2\omega - 2\omega') \\
 &- 0.00001 \cos(3g - 3g' + 4\omega - 4\omega') \\
 &+ 0.00003 \cos(g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 &+ 0.00050 \cos(2g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 &+ 0.00080 \cos(3g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 &+ 0.00038 \cos(4g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 &+ 0.00005 \cos(5g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\
 &+ 0.00004 \cos(2g - 5g' + 4\omega - 4\omega') \\
 &+ 0.00008 \cos(3g - 5g' + 4\omega - 4\omega') \\
 &+ 0.00004 \cos(4g - 5g' + 4\omega - 4\omega') \\
 &+ 0.00002 \cos(4g - 6g' + 6\omega - 6\omega') \\
 &- 0.00003 \cos 2\omega \\
 &- 0.00062 \cos(g + 2\omega) \\
 &- 0.00004 \cos(2g + 2\omega) \\
 &- 0.00001 \cos(3g' + 2\omega') \\
 &- 0.00006 \cos(-g + 2g' + 2\omega') \\
 &- 0.00011 \cos(2g' + 2\omega') \\
 &- 0.00008 \cos(g + 2g' + 2\omega') \\
 &- 0.00002 \cos(2g - 2g' + 4\omega - 2\omega') \\
 &- 0.00002 \cos(3g - 2g' + 4\omega - 2\omega') \\
 &+ 0.00012 \cos(g + \omega - \omega') \\
 &+ 0.00002 \cos(2g + \omega - \omega') \\
 &+ 0.00001 \cos(-g - g' + \omega - \omega') \\
 &- 0.00004 \cos(-g' + \omega - \omega') \\
 &- 0.00085 \cos(g - g' + \omega - \omega') \\
 &- 0.00015 \cos(2g - g' + \omega - \omega') \\
 &- 0.00001 \cos(3g - g' + \omega - \omega') \\
 &- 0.00001 \cos(g - 3g' + 3\omega - 3\omega') \\
 &- 0.00004 \cos(2g - 3g' + 3\omega - 3\omega') \\
 &+ 0.00001 \cos(g + g' + \omega + \omega').
 \end{aligned}$$

Multiplicirt man die hier gegebenen Ausdrücke entsprechend mit einander, so erhält man für die in den partiellen Differentialquotienten des Potentials auftretenden Factoren die folgenden numerischen Werthe:

$$\frac{\cos b' \zeta \cos l' \zeta \cos b' \zeta \sin l' \zeta}{\{3422''06 r' \zeta\}^3} =$$

$$\begin{aligned}
 &- 0.00001 \sin(2\omega + 2\Omega) \\
 &- 0.01397 \sin(g + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.49402 \sin(2g + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.09462 \sin(3g + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.01254 \sin(4g + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.00141 \sin(5g + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.00013 \sin(6g + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.00003 \sin(g - g' + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.00152 \sin(2g - g' + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.00091 \sin(3g - g' + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.00019 \sin(4g - g' + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \sin(5g - g' + 2\omega + 2\Omega) \\
 &- 0.00006 \sin(g + g' + 2\omega + 2\Omega) \\
 &- 0.00172 \sin(2g + g' + 2\omega + 2\Omega) \\
 &- 0.00080 \sin(3g + g' + 2\omega + 2\Omega) \\
 &- 0.00017 \sin(4g + g' + 2\omega + 2\Omega)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & -0.00001 \sin(5g+g'+2w+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(g'+2w'+2\Omega) \\
 & +0.00001 \sin(g+g'+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(2g+g'+2w'+2\Omega) \\
 & +0.00002 \sin(2g-2g'+2w+2\Omega) \\
 & -0.00002 \sin(2g+2g'+2w+2\Omega) \\
 & +0.00002 \sin(-g+2g'+2w'+2\Omega) \\
 & +0.00036 \sin(2g'+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00364 \sin(g+2g'+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00151 \sin(2g+2g'+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00029 \sin(3g+2g'+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00003 \sin(4g+2g'+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(-2g+3g'+2w'+2\Omega) \\
 & +0.00002 \sin(3g'+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00020 \sin(g+3g'+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00007 \sin(2g+3g'+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(3g+3g'+2w'+2\Omega) \\
 & +0.00001 \sin(2g-g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & -0.00018 \sin(3g-g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & -0.00021 \sin(4g-g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & -0.00004 \sin(5g-g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00001 \sin(-2g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(g-2g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & -0.00027 \sin(2g-2g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.01797 \sin(3g-2g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.01512 \sin(4g-2g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00368 \sin(5g-2g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00059 \sin(6g-2g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00006 \sin(7g-2g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & -0.00002 \sin(2g-3g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00084 \sin(3g-3g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00104 \sin(4g-3g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00024 \sin(5g-3g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00002 \sin(6g-3g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00002 \sin(3g-4g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00004 \sin(4g-4g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00001 \sin(6g-2g'+6w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00046 \sin(4g-4g'+6w-4w'+2\Omega) \\
 & +0.00071 \sin(5g-4g'+6w-4w'+2\Omega) \\
 & +0.00035 \sin(6g-4g'+6w-4w'+2\Omega) \\
 & +0.00007 \sin(7g-4g'+6w-4w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(-3g+4g'-2w+4w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(-2g+4g'-2w+4w'+2\Omega) \\
 & +0.00002 \sin(-g+4g'-2w+4w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(g+4g'-2w+4w'+2\Omega) \\
 & +0.00004 \sin(4g-5g'+6w-4w'+2\Omega) \\
 & +0.00006 \sin(5g-5g'+6w-4w'+2\Omega) \\
 & +0.00003 \sin(6g-5g'+6w-4w'+2\Omega) \\
 & +0.00001 \sin(-2g+5g'-2w+4w'+2\Omega) \\
 & +0.00001 \sin(2g+4w+2\Omega) \\
 & -0.00035 \sin(3g+4w+2\Omega) \\
 & -0.00008 \sin(4g+4w+2\Omega) \\
 & +0.00002 \sin(6g+4w+2\Omega) \\
 & +0.00017 \sin(-g+2\Omega) \\
 & +0.00202,7 \sin 2\Omega \\
 & +0.00020 \sin(g+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(g+2g'+2w+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00024 \sin(2g+2g'+2w+2w'+2\Omega) \\
 & -0.00008 \sin(3g+2g'+2w+2w'+2\Omega) \\
 & +0.00003 \sin(-2g+2g'-2w+2w'+2\Omega) \\
 & +0.00003 \sin(-g+2g'-2w+2w'+2\Omega) \\
 & +0.00003 \sin(g-2g'+2w-2w'+2\Omega) \\
 & +0.00008 \sin(2g-2g'+2w-2w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(3g-2g'+2w-2w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(2g-g'+3w-w'+2\Omega) \\
 & -0.00051 \sin(3g-g'+3w-w'+2\Omega) \\
 & -0.00013 \sin(4g-g'+3w-w'+2\Omega) \\
 & +0.00007 \sin(3g+3w-w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(g+w+w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(g'+w+w'+2\Omega) \\
 & +0.00010 \sin(g+g'+w+w'+2\Omega) \\
 & +0.00007 \sin(2g+g'+w+w'+2\Omega) \\
 & +0.00001 \sin(3g+g'+w+w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(4g-3g'+5w-3w'+2\Omega) \\
 & -0.00001 \sin(3g'-w+3w'+2\Omega) \\
 & -0.00002 \sin(2g+2w+3\Omega) \\
 & +0.00002 \sin(2g+2w+\Omega) \\
 & -0.06 t \sin(g-g'+2w+2\Omega) \\
 & -0.41 t \sin(2g-g'+2w+2\Omega) \\
 & -0.16 t \sin(3g-g'+2w+2\Omega) \\
 & -0.02 t \sin(4g-g'+2w+2\Omega) \\
 & -0.01 t \sin(g'+2w+2\Omega) \\
 & +0.07 t \sin(g+g'+2w+2\Omega) \\
 & +0.42 t \sin(2g+g'+2w+2\Omega)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 0.14 t \sin(3g + g' + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.01 t \sin(4g + g' + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.01 t \sin(3g - g' + 4\omega - 2\omega' + 2\Omega) \\
 &+ 0.01 t \sin(4g - g' + 4\omega - 2\omega' + 2\Omega) \\
 &- 0.14 t \sin(3g - 3g' + 4\omega - 2\omega' + 2\Omega) \\
 &- 0.12 t \sin(4g - 3g' + 4\omega - 2\omega' + 2\Omega)
 \end{aligned}$$

$$\frac{\cos b' \zeta \cos l' \zeta \sin b' \zeta}{\{3422''06 r' \zeta\}^3} =$$

$$\begin{aligned}
 &- 0.00002 \sin(-3g + \Omega) \\
 &- 0.00028 \sin(-2g + \Omega) \\
 &- 0.00368 \sin(-g + \Omega) \\
 &- 0.04487 \sin \Omega \\
 &- 0.00372 \sin(g + \Omega) \\
 &- 0.00024 \sin(2g + \Omega) \\
 &- 0.00001 \sin(3g + \Omega) \\
 &+ 0.00001 \sin(-g - g' + \Omega) \\
 &- 0.00006 \sin(-g' + \Omega) \\
 &- 0.00003 \sin(g - g' + \Omega) \\
 &- 0.00002 \sin(-g + g' + \Omega) \\
 &+ 0.00007 \sin(g' + \Omega) \\
 &+ 0.00003 \sin(g + g' + \Omega) \\
 &- 0.00007 \sin(2\omega + \Omega) \\
 &- 0.00123 \sin(g + 2\omega + \Omega) \\
 &+ 0.04438 \sin(2g + 2\omega + \Omega) \\
 &+ 0.00850 \sin(3g + 2\omega + \Omega) \\
 &+ 0.00112 \sin(4g + 2\omega + \Omega) \\
 &+ 0.00013 \sin(5g + 2\omega + \Omega) \\
 &- 0.00003 \sin(3g + 4\omega + \Omega) \\
 &- 0.00002 \sin(-3g - 2\omega + \Omega) \\
 &- 0.00009 \sin(-2g - 2\omega + \Omega) \\
 &+ 0.00002 \sin(-g - 2\omega + \Omega) \\
 &+ 0.00007 \sin(2g - g' + 2\omega + \Omega) \\
 &+ 0.00007 \sin(3g - g' + 2\omega + \Omega) \\
 &- 0.00008 \sin(2g + g' + 2\omega + \Omega) \\
 &- 0.00006 \sin(3g + g' + 2\omega + \Omega) \\
 &- 0.00002 \sin(2g - g' + 2\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00006 \sin(-2g' + 2\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00078 \sin(g - 2g' + 2\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00066 \sin(2g - 2g' + 2\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00015 \sin(3g - 2g' + 2\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00002 \sin(4g - 2g' + 2\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00009 \sin(-3g + 2g' - 2\omega + 2\omega' + \Omega)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &- 0.01 t \sin(5g - 3g' + 4\omega - 2\omega' + 2\Omega) \\
 &+ 0.01 t \sin(-g + 3g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &+ 0.10 t \sin(3g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &+ 0.14 t \sin(g + 3g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &+ 0.02 t \sin(2g + 3g' + 2\omega' + 2\Omega).
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &- 0.00060 \sin(-2g + 2g' - 2\omega + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00070 \sin(-g + 2g' - 2\omega + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00003 \sin(2g' - 2\omega + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00002 \sin(g - 3g' + 2\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00001 \sin(2g - 3g' + 2\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00003 \sin(-2g + 3g' - 2\omega + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00003 \sin(-g + 3g' - 2\omega + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00001 \sin(2g - 4g' + 4\omega - 4\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00003 \sin(3g - 4g' + 4\omega - 4\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00003 \sin(4g - 4g' + 4\omega - 4\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00001 \sin(-4g + 4g' - 4\omega + 4\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00002 \sin(-3g + 4g' - 4\omega + 4\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00002 \sin(2g - 2g' + 4\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00162 \sin(3g - 2g' + 4\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00136 \sin(4g - 2g' + 4\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00033 \sin(5g - 2g' + 4\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00003 \sin(6g - 2g' + 4\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00007 \sin(3g - 3g' + 4\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00007 \sin(4g - 3g' + 4\omega - 2\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00003 \sin(4g - 4g' + 6\omega - 4\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00006 \sin(5g - 4g' + 6\omega - 4\omega' + \Omega) \\
 &+ 0.00002 \sin(6g - 4g' + 6\omega - 4\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00001 \sin(-2g + 4g' - 2\omega + 4\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00002 \sin(-g + 4g' - 2\omega + 4\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00002 \sin(2g + 2g' + 2\omega + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00002 \sin(2g + 2\omega + 2\Omega) \\
 &+ 0.00002 \sin(g' + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00012 \sin(-g + 2g' + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00124 \sin(2g' + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00038 \sin(g + 2g' + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00011 \sin(2g + 2g' + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00003 \sin(3g + 2g' + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00005 \sin(3g' + 2\omega' + \Omega) \\
 &- 0.00002 \sin(g + 3g' + 2\omega' + \Omega)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 0.00001 \sin(-2g' - 2w' + \Omega) \\
 &+ 0.00002 \sin(g - g' + w - w' + \Omega) \\
 &+ 0.00002 \sin(-g + g' - w + w' + \Omega) \\
 &- 0.00004 \sin(3g - g' + 3w - w' + \Omega) \\
 &+ 0.02 t \sin(-g' + \Omega) \\
 &- 0.02 t \sin(g' + \Omega)
 \end{aligned}$$

$$\frac{\cos b' \zeta \sin l' \zeta \cos b' \zeta \sin l' \zeta}{\{3422''06r'\zeta\}^3} =$$

$$\begin{aligned}
 &+ 0.50035 \\
 &+ 0.08189 \cos g \\
 &+ 0.00669 \cos 2g \\
 &+ 0.00054 \cos 3g \\
 &+ 0.00002 \cos 4g \\
 &- 0.00006 \cos(-2g - g') \\
 &- 0.00041 \cos(-g - g') \\
 &- 0.00014 \cos(-g') \\
 &+ 0.00049 \cos(g - g') \\
 &+ 0.00007 \cos(2g - g') \\
 &- 0.00001 \cos(g + 2w - 2w') \\
 &- 0.00008 \cos(g - g' + 2w - 2w') \\
 &- 0.00015 \cos(2g - g' + 2w - 2w') \\
 &- 0.00003 \cos(3g - g' + 2w - 2w') \\
 &- 0.00001 \cos(-g - 2g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00073 \cos(-2g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.01570 \cos(g - 2g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.01334 \cos(2g - 2g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00211 \cos(3g - 2g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00024 \cos(4g - 2g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00001 \cos(5g - 2g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00004 \cos(-3g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00067 \cos(g - 3g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00088 \cos(2g - 3g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00014 \cos(3g - 3g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00001 \cos(4g - 3g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00002 \cos(g - 4g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.00004 \cos(2g - 4g' + 2w - 2w') \\
 &- 0.00001 \cos(2g - 2g' + 4w - 2w') \\
 &+ 0.00006 \cos(3g - 2g' + 4w - 2w') \\
 &+ 0.00006 \cos(4g - 2g' + 4w - 2w') \\
 &+ 0.00001 \cos(g - 4g' + 4w - 4w') \\
 &+ 0.00025 \cos(2g - 4g' + 4w - 4w') \\
 &+ 0.00041 \cos(3g - 4g' + 4w - 4w')
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &- 0.02 t \sin(2g - g' + 2w + \Omega) \\
 &+ 0.02 t \sin(2g + g' + 2w + \Omega) \\
 &+ 0.01 t \sin(g - 3g' + 2w - 2w' + \Omega) \\
 &- 0.01 t \sin(3g - 3g' + 4w - 2w' + \Omega) \\
 &- 0.01 t \sin(-g + 3g' - 2w + 2w' + \Omega) \\
 &+ 0.01 t \sin(g + 3g' + 2w + \Omega).
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 0.00018 \cos(4g - 4g' + 4w - 4w') \\
 &+ 0.00002 \cos 5g - 4g' + 4w - 4w') \\
 &+ 0.00006 \cos(3g - 5g' + 4w - 4w') \\
 &+ 0.00002 \cos(4g - 5g' + 4w - 4w') \\
 &+ 0.00001 \cos(4g - 6g' + 6w - 6w') \\
 &- 0.00003 \cos(2w) \\
 &- 0.00038 \cos(g + 2w) \\
 &+ 0.00196 \cos(2g + 2w) \\
 &+ 0.00039 \cos(3g + 2w) \\
 &+ 0.00007 \cos(4g + 2w) \\
 &- 0.00005 \cos(-g + 2g' + 2w') \\
 &- 0.00017 \cos(2g' + 2w') \\
 &- 0.00008 \cos(g + 2g' + 2w') \\
 &+ 0.00006 \cos(g + w - w') \\
 &+ 0.00001 \cos(2g + w - w') \\
 &- 0.00002 \cos(-g' + w - w') \\
 &- 0.00042 \cos(g - g' + w - w') \\
 &- 0.00005 \cos(2g - g' + w - w') \\
 &- 0.00002 \cos(2g - 3g' + 3w - 3w') \\
 &+ 0.00001 \cos(2w + 2\Omega) \\
 &+ 0.01397 \cos(g + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.49402 \cos(2g + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.09462 \cos(3g + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.01254 \cos(4g + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.00141 \cos(5g + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.00013 \cos(6g + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.00003 \cos(g - g' + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.00152 \cos(2g - g' + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.00091 \cos(3g - g' + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.00019 \cos(4g - g' + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.00001 \cos(5g - g' + 2w + 2\Omega) \\
 &+ 0.00006 \cos(g + g' + 2w + 2\Omega) \\
 &+ 0.00172 \cos(2g + g' + 2w + 2\Omega) \\
 &+ 0.00080 \cos(3g + g' + 2w + 2\Omega)
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 &+ 0.00017 \cos(4g + g' + 2w + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(5g + g' + 2w + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00001 \cos(g + g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(2g + g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00002 \cos(2g - 2g' + 2w + 2\Omega) \\
 &+ 0.00002 \cos(2g + 2g' + 2w + 2\Omega) \\
 &- 0.00002 \cos(-g + 2g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00036 \cos(2g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00364 \cos(g + 2g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00151 \cos(2g + 2g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00029 \cos(3g + 2g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00003 \cos(4g + 2g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(-2g + 3g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00002 \cos(3g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00020 \cos(g + 3g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00007 \cos(2g + 3g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(3g + 3g' + 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00001 \cos(2g - g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00018 \cos(3g - g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00021 \cos(4g - g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00004 \cos(5g - g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00001 \cos(-2g + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(g - 2g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00027 \cos(2g - 2g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.01797 \cos(3g - 2g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.01512 \cos(4g - 2g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00368 \cos(5g - 2g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00059 \cos(6g - 2g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00006 \cos(7g - 2g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00002 \cos(2g - 3g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00084 \cos(3g - 3g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00104 \cos(4g - 3g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00024 \cos(5g - 3g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00002 \cos(6g - 3g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00002 \cos(3g - 4g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00004 \cos(4g - 4g' + 4w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00001 \cos(6g - 2g' + 6w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00046 \cos(4g - 4g' + 6w - 4w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00071 \cos(5g - 4g' + 6w - 4w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00035 \cos(6g - 4g' + 6w - 4w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00007 \cos(7g - 4g' + 6w - 4w' + 2\Omega)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 0.00001 \cos(-3g + 4g' - 2w + 4w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(-2g + 4g' - 2w + 4w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00002 \cos(-g + 4g' - 2w + 4w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(g + 4g' - 2w + 4w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00004 \cos(4g - 5g' + 6w - 4w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00006 \cos(5g - 5g' + 6w - 4w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00003 \cos(6g - 5g' + 6w - 4w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00001 \cos(-2g + 5g' - 2w + 4w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00001 \cos(2g + 4w + 2\Omega) \\
 &+ 0.00035 \cos(3g + 4w + 2\Omega) \\
 &+ 0.00008 \cos(4g + 4w + 2\Omega) \\
 &- 0.00002 \cos(6g + 4w + 2\Omega) \\
 &- 0.00017 \cos(-g + 2\Omega) \\
 &- 0.00202,7 \cos 2\Omega \\
 &- 0.00020 \cos(g + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(g + 2g' + 2w + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00024 \cos(2g + 2g' + 2w + 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00008 \cos(3g + 2g' + 2w + 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00003 \cos(-2g + 2g' - 2w + 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00003 \cos(-g + 2g' - 2w + 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00003 \cos(g - 2g' + 2w - 2w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00008 \cos(2g - 2g' + 2w - 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(3g - 2g' + 2w - 2w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(2g - g' + 3w - w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00051 \cos(3g - g' + 3w - w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00013 \cos(4g - g' + 3w - w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00007 \cos(3g + 3w - w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(g + w + w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(g' + w + w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00010 \cos(g + g' + w + w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00007 \cos(2g + g' + w + w' + 2\Omega) \\
 &- 0.00001 \cos(3g + g' + w + w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(4g - 3g' + 5w - 3w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(3g' - w + 3w' + 2\Omega) \\
 &+ 0.00002 \cos(2g + 2w + 3\Omega) \\
 &- 0.00002 \cos(2g + 2w + \Omega) \\
 &- 0.0015 t \\
 &- 0.01 t \cos(-g') \\
 &+ 0.01 t \cos(2g - g') \\
 &- 0.02 t \cos(-3g' + 2w - 2w') \\
 &+ 0.06 t \cos(g - g' + 2w + 2\Omega) \\
 &+ 0.41 t \cos(2g - g' + 2w + 2\Omega)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+0.16 t \cos(3g-g'+2w+2\Omega) & -0.01 t \cos(4g-g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 &+0.02 t \cos(4g-g'+2w+2\Omega) & +0.14 t \cos(3g-3g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 &+0.01 t \cos(g'+2w+2\Omega) & +0.12 t \cos(4g-3g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 &-0.07 t \cos(g+g'+2w+2\Omega) & +0.01 t \cos(5g-3g'+4w-2w'+2\Omega) \\
 &-0.42 t \cos(2g+g'+2w+2\Omega) & -0.01 t \cos(-g+3g'+2w'+2\Omega) \\
 &-0.14 t \cos(3g+g'+2w+2\Omega) & -0.10 t \cos(3g'+2w'+2\Omega) \\
 &-0.01 t \cos(4g+g'+2w+2\Omega) & -0.14 t \cos(g+3g'+2w'+2\Omega) \\
 &-0.01 t \cos(3g-g'+4w-2w'+2\Omega) & -0.02 t \cos(2g+3g'+2w'+2\Omega).
 \end{aligned}$$

$$\frac{\sin b'\zeta \sin b'\zeta}{\{3422''06 r'\zeta\}^3} = +0.00404$$

$$\begin{aligned}
 &+0.00066 \cos g & +0.00004 \cos(g+2g'+2w') \\
 &+0.00004 \cos 2g & +0.00001 \cos(3g'+2w') \\
 &+0.00001 \cos 3g & +0.00002 \cos(-2g'+2w-2w') \\
 &+0.00002 \cos 2w & +0.00013 \cos(g-2g'+2w-2w') \\
 &+0.00011 \cos(g+2w) & -0.00012 \cos(2g-2g'+2w-2w') \\
 &-0.00400 \cos(2g+2w) & -0.00002 \cos(3g-2g'+2w-2w') \\
 &-0.00077 \cos(3g+2w) & -0.00001 \cos(2g-3g'+2w-2w') \\
 &-0.00010 \cos(4g+2w) & +0.00001 \cos(2g-2g'+4w-2w') \\
 &-0.00001 \cos(5g+2w) & -0.00015 \cos(3g-2g'+4w-2w') \\
 &+0.00002 \cos(-g+2g'+2w') & -0.00014 \cos(4g-2g'+4w-2w') \\
 &+0.00023 \cos(2g'+2w') & -0.00002 \cos(5g-2g'+4w-2w').
 \end{aligned}$$

$$\frac{\cos b'\zeta \sin b'\zeta \sin b'\zeta}{\{3422''06 r'\zeta\}^3} =$$

$$\begin{aligned}
 &-0.00002 & -0.00013 \cos(5g+2w+\Omega) \\
 &+0.00002 \cos(-3g+\Omega) & +0.00003 \cos(3g+4w+\Omega) \\
 &+0.00028 \cos(-2g+\Omega) & +0.00002 \cos(-3g-2w+\Omega) \\
 &+0.00368 \cos(-g+\Omega) & +0.00009 \cos(-2g-2w+\Omega) \\
 &+0.04487 \cos \Omega & -0.00002 \cos(-g-2w+\Omega) \\
 &+0.00372 \cos(g+\Omega) & -0.00007 \cos(2g-g'+2w+\Omega) \\
 &+0.00024 \cos(2g+\Omega) & -0.00007 \cos(3g-g'+2w+\Omega) \\
 &+0.00001 \cos(3g+\Omega) & +0.00008 \cos(2g+g'+2w+\Omega) \\
 &-0.00001 \cos(-g-g'+\Omega) & +0.00006 \cos(3g+g'+2w+\Omega) \\
 &+0.00006 \cos(-g'+\Omega) & +0.00002 \cos(2g-g'+2w-2w'+\Omega) \\
 &+0.00003 \cos(g-g'+\Omega) & +0.00006 \cos(-2g'+2w-2w'+\Omega) \\
 &+0.00002 \cos(-g+g'+\Omega) & +0.00078 \cos(g-2g'+2w-2w'+\Omega) \\
 &-0.00007 \cos(g'+\Omega) & -0.00066 \cos(2g-2g'+2w-2w'+\Omega) \\
 &-0.00003 \cos(g+g'+\Omega) & -0.00015 \cos(3g-2g'+2w-2w'+\Omega) \\
 &+0.00007 \cos(2w+\Omega) & -0.00002 \cos(4g-2g'+2w-2w'+\Omega) \\
 &+0.00123 \cos(g+2w+\Omega) & +0.00009 \cos(-3g+2g'-2w+2w'+\Omega) \\
 &-0.04438 \cos(2g+2w+\Omega) & +0.00060 \cos(-2g+2g'-2w+2w'+\Omega) \\
 &-0.00850 \cos(3g+2w+\Omega) & +0.00070 \cos(-g+2g'-2w+2w'+\Omega) \\
 &-0.00112 \cos(4g+2w+\Omega) & +0.00003 \cos(2g'-2w+2w'+\Omega)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 0.00002 \cos(g-3g'+2\omega-2\omega'+\Omega) & + 0.00002 \cos(2g+2\omega+2\Omega) \\
 &- 0.00001 \cos(2g-3g'+2\omega-2\omega'+\Omega) & - 0.00002 \cos(g'+2\omega'+\Omega) \\
 &+ 0.00003 \cos(-2g+3g'-2\omega+2\omega'+\Omega) & + 0.00012 \cos(-g+2g'+2\omega'+\Omega) \\
 &+ 0.00003 \cos(-g+3g'-2\omega+2\omega'+\Omega) & + 0.00124 \cos(2g'+2\omega'+\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(2g-4g'+4\omega-4\omega'+\Omega) & + 0.00038 \cos(g+2g'+2\omega'+\Omega) \\
 &- 0.00003 \cos(3g-4g'+4\omega-4\omega'+\Omega) & + 0.00011 \cos(2g+2g'+2\omega'+\Omega) \\
 &- 0.00003 \cos(4g-4g'+4\omega-4\omega'+\Omega) & + 0.00003 \cos(3g+2g'+2\omega'+\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(-4g+4g'-4\omega+4\omega'+\Omega) & + 0.00005 \cos(3g'+2\omega'+\Omega) \\
 &+ 0.00002 \cos(-3g+4g'-4\omega+4\omega'+\Omega) & + 0.00002 \cos(g+3g'+2\omega'+\Omega) \\
 &+ 0.00002 \cos(2g-2g'+4\omega-2\omega'+\Omega) & - 0.00001 \cos(-2g'-2\omega'+\Omega) \\
 &- 0.00162 \cos(3g-2g'+4\omega-2\omega'+\Omega) & - 0.00002 \cos(g-g'+\omega-\omega'+\Omega) \\
 &- 0.00136 \cos(4g-2g'+4\omega-2\omega'+\Omega) & - 0.00002 \cos(-g+g'-\omega+\omega'+\Omega) \\
 &- 0.00033 \cos(5g-2g'+4\omega-2\omega'+\Omega) & + 0.00004 \cos(3g-g'+3\omega-\omega'+\Omega) \\
 &- 0.00003 \cos(6g-2g'+4\omega-2\omega'+\Omega) & - 0.02 t \cos(-g'+\Omega) \\
 &- 0.00007 \cos(3g-3g'+4\omega-2\omega'+\Omega) & + 0.02 t \cos(g'+\Omega) \\
 &- 0.00007 \cos(4g-3g'+4\omega-2\omega'+\Omega) & + 0.02 t \cos(2g-g'+2\omega+\Omega) \\
 &- 0.00003 \cos(4g-4g'+6\omega-4\omega'+\Omega) & - 0.02 t \cos(2g+g'+2\omega+\Omega) \\
 &- 0.00006 \cos(5g-4g'+6\omega-4\omega'+\Omega) & - 0.01 t \cos(g-3g'+2\omega-2\omega'+\Omega) \\
 &- 0.00002 \cos(6g-4g'+6\omega-4\omega'+\Omega) & + 0.01 t \cos(3g-3g'+4\omega-2\omega'+\Omega) \\
 &+ 0.00001 \cos(-2g+4g'-2\omega+4\omega'+\Omega) & + 0.01 t \cos(-g+3g'-2\omega+2\omega'+\Omega) \\
 &+ 0.00002 \cos(-g+4g'-2\omega+4\omega'+\Omega) & - 0.01 t \cos(g+3g'+2\omega'+\Omega). \\
 &+ 0.00002 \cos(2g+2g'+2\omega+2\omega'+\Omega)
 \end{aligned}$$

Hiermit sind die Entwicklungen für die Berechnung der durch den Mond veranlassten Störungscoefficienten vollendet. Für die Sonne erhält man, wenn die planetarischen Störungen fortgelassen werden, nach Le-Verrier's Sonnentafeln:

$$\begin{aligned}
 l'_{\odot} = g' + \omega' + \Omega &+ 6918''3 \sin g' & - 17''51 t \sin g' \\
 &+ 72''5 \sin 2g' & - 0''375 t \sin 2g' \\
 &+ 1''1 \sin 3g' & - 0''0564 t^2 \sin g' \\
 &- 17'' \sin \Omega \\
 &- 1'' \sin(2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &+ 6'' \sin(g - g' + \omega - \omega').
 \end{aligned}$$

$$b'_{\odot} = 0.$$

$$\begin{aligned}
 R'_{\odot} = 1.000141 &- 0.016769 \cos g' & + 0.00000071 t \cos 2g' \\
 &- 0.000141 \cos 2g' & - 0.0000000139 t^2 \\
 &- 0.000002 \cos 3g' & + 0.0000001368 t^2 \cos g' \\
 &- 0.00000071 t & + 0.0000000014 t^2 \cos 2g' \\
 &+ 0.00004243 t \cos g'.
 \end{aligned}$$

Vergleicht man den hier für  $R'_{\odot}$  gegebenen Ausdruck mit den Le-Verrier'schen Sonnentafeln (pag. 103 Tom. IV. Annales de l'obs. de Paris), so wird man in den mit  $t$  multiplicirten Gliedern wesentliche Unterschiede finden, die mit  $t^2$  verbun-

denen Glieder hat Le-Verrier fortgelassen. Die erwähnten Unterschiede erklären sich daraus, dass, wie dies schon C. M. Stürmer in seinen nach Le-Verrier's Elementen berechneten Sonnentafeln (Würzburg 1875) bemerkt hat, Le-Verrier aus Versehen die der älteren ungenaueren Massenbestimmung entsprechende säculare Änderung der Excentricität in die Tafeln eingeführt hat; die Säcularvariation der Tafel XXXII in den Sonnentafeln ist dem entsprechend zu corrigiren. Aus diesen Angaben erhält man durch die bereits oben angedeuteten Operationen und entsprechende Multiplication, wenn man, was für die Folge wohl zu beachten, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne als Einheit einführt:

$$\frac{\cos b'_{\odot} \sin l'_{\odot} \cos b'_{\odot} \cos l'_{\odot}}{r'_{\odot}^3} =$$

$$\begin{aligned} & - 0.00420 \sin(g' + 2\omega' + 2\Omega) & + 0.00001 \sin(g + g' + \omega + \omega' + 2\Omega) \\ & + 0.49965 \sin(2g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0.00001 \sin(-g + 3g' - \omega + 3\omega' + 2\Omega) \\ & + 0.02934 \sin(3g' + 2\omega' + 2\Omega) & + 0.0000106 t \sin(g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ & + 0.00120 \sin(4g' + 2\omega' + 2\Omega) & + 0.0000017 t \sin(2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ & + 0.00004 \sin(5g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0.0000741 t \sin(3g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ & + 0.00004 \sin(2g' + 2\omega' + \Omega) & - 0.0000061 t \sin(4g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ & - 0.00004 \sin(2g' + 2\omega' + 3\Omega) & - 0.0000002 t \sin(5g' + 2\omega' + 2\Omega). \end{aligned}$$

$$\frac{\cos b'_{\odot} \sin l'_{\odot} \cos b'_{\odot} \sin l'_{\odot}}{r'_{\odot}^3} =$$

$$\begin{aligned} & + 0.50021 & - 0.00001 \cos(g + g' + \omega + \omega' + 2\Omega) \\ & + 0.02516 \cos g' & + 0.00001 \cos(-g + 3g' - \omega + 3\omega' + 2\Omega) \\ & + 0.00063 \cos 2g' & - 0.000001068 t \\ & + 0.00002 \cos 3g' & - 0.0000637 t \cos g' \\ & + 0.00420 \cos(g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0.0000032 t \cos 2g' \\ & - 0.49965 \cos(2g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0.0000000209 t^2 \\ & - 0.02934 \cos(3g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0.0000106 t \cos(g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ & - 0.00120 \cos(4g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0.0000017 t \cos(2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ & - 0.00004 \cos(5g' + 2\omega' + 2\Omega) & + 0.0000741 t \cos(3g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ & - 0.00004 \cos(2g' + 2\omega' + \Omega) & + 0.0000061 t \cos(4g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ & + 0.00004 \cos(2g' + 2\omega' + 3\Omega) & + 0.0000002 t \cos(5g' + 2\omega' + 2\Omega). \end{aligned}$$

Die mit  $\sin b'_{\odot}$  multiplicirten Producte verschwinden der Voraussetzung nach. Die Multiplication der oben gegebenen für den Einfluss des Mondes und der Sonne geltenden Werthe mit den in den Gleichungen 28) und 29) (pag. 166) erscheinenden Klammerausdrücken führt, abgesehen von gewissen constanten Factoren, zur Kenntniss der numerischen Werthe der Differentialquotienten von  $\epsilon'$  und  $\psi$ , deren Integration in dem folgenden Kapitel vorgenommen werden wird.

*1. Integration der Differentialgleichungen für  $\varepsilon'$  und  $\psi$  und Aufstellung der numerischen Werthe für die Präcession und Nutation.*

Führt man die am Schlusse des vorangehenden Kapitels angedeuteten Multiplicationen durch, lässt aber alle jene Glieder weg, welche aus Producten von  $t^2$  in periodische Glieder bestehen, so werden zunächst Glieder von der Form:

$$c, c_1 t, c_2 t^2, \gamma \cos \alpha t, \sigma \sin \alpha t, \gamma' t \cos \beta t, \sigma' t \sin \beta t,$$

aufzutreten, deren Integration keiner Schwierigkeit unterliegt. Die Integrale dieser Ausdrücke werden nämlich mit Weglassung der Integrationsconstanten der Reihe nach sein:

$$ct, \frac{1}{2} c_1 t^2, \frac{1}{6} c_2 t^3, \frac{\gamma}{\alpha} \sin \alpha t, -\frac{\sigma}{\alpha} \cos \alpha t, \frac{\gamma' t}{\beta} \sin \beta t + \frac{\gamma'}{\beta^2} \cos \beta t, -\frac{\sigma' t}{\beta} \cos \beta t + \frac{\sigma'}{\beta^2} \sin \beta t.$$

In völliger Strenge würde die Zeit unter den Cosinus- und Sinus-Zeichen eigentlich in der Form  $\alpha t + \alpha' t^2 + \alpha'' t^3 + \dots$  auftreten, weil die mittleren Bewegungen der Argumente  $g, g', \omega, \omega'$  und  $\Omega$  säculären Änderungen unterworfen sind, doch sind die durch diese letzteren bedingten Variationen so gering, dass man unbedenklich die Coëfficienten  $\alpha', \alpha''$  der Null gleich setzen darf. Die in Einheiten des Radius mit dem arc 1" multiplicirte Bewegung der Argumente in hundert julianischen Jahren ist nach Hansen's Mond- und Le-Verrier's Sonnen-Tafeln, wie folgt, gefunden worden:

$$\begin{array}{ll} \text{Bewegung von } g & + 0.040 \ 3786 \\ \text{,, } g' & + 0.003 \ 0461 \\ \text{,, } \omega & + 0.000 \ 50797 \\ \text{,, } \omega' & + 0.000 \ 16380 \\ \text{,, } \Omega & - 0.000 \ 16366, \end{array}$$

mit welchen Zahlen nun die Integration ohne Schwierigkeit vorgenommen werden kann. Die numerischen Werthe der Störungen aber lassen sich vorerst nicht angeben, da zu deren Bestimmung die Kenntniss der beiden constanten Factoren:

$$M_{\text{C}} \frac{3(C-A)}{nC}, \quad M_{\odot} \frac{3(C-A)}{nC},$$

nöthig ist, in welchen  $M_{\text{C}}$  die Mondmasse,  $M_{\odot}$  die Sonnenmasse,  $C$  und  $A$  die Trägheitsmomente der Erde und  $n$  die Rotationsgrösse der Erde in der Zeiteinheit (julianisches Jahrhundert) darstellen. Die theoretische Bestimmung des von den Verhältnissen der Trägheitsmomente abhängigen Factoren  $(C-A) : C$  bietet bei der mangelhaften Kenntniss der Massenvertheilung im Erdinnern unüberwindliche Schwierigkeiten; es ist demnach am angemessensten, durch die Beobachtung der Bewegungen der Rotationsachse selbst einen Schluss auf die obigen Factoren zu machen. Das grösste Glied der Nutation in der Schiefe erscheint mit dem Factor  $\cos \Omega$  multiplicirt und ist nur von den Elementen der Mondbahn abhängig; dasselbe entsteht aus dem in den Ausdrücken (pag. 173) für:

$$\frac{\cos b' \text{C} \cos l' \text{C} \sin b' \text{C}}{\{3422''06 r' \text{C}\}^3},$$

mit  $\sin \Omega$  multiplicirten Gliede. Dieser Coëfficient ist vermöge des Ausdruckes 28) (pag. 166) mit  $\cos \varepsilon_0$  zu multipliciren; die Integration ergibt, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen des Integrals (vergl. Gleichung 9) (pag. 157), wenn man den unbekannten Factor der Einheit gleich setzt:

$$\frac{0.04487 \cos \varepsilon_0}{0.00016366} \cos \Omega = -251''505 \cos \Omega,$$

wobei also zu beachten ist, dass der Coëfficient in Folge der Annahme über den Integrationsdivisor in Bogensekunden verstanden ist, übrigens noch wegen der Annahme der Einheit für  $r'\zeta$  (Äquatorhalbmesser der Erde) mit  $(3422''06 \text{ arc } 1'')^3$  zu multipliciren wäre. Der Coëfficient von  $\cos \Omega$  für 1850.0 geltend ergibt sich aber nach Nyrén's Abhandlung »Bestimmung der Nutation der Erdachse« (Mémoires de l'académie impériale de St. Pétersbourg Tom. XIX Nr. 2 pag. 30) aus den Beobachtungen:

$$N = 9''2365;$$

es ist demnach der Coëfficient, mit dem man, um den hier gewählten Einheiten entsprechend die Resultate in Bogensekunden zu erhalten, alle Glieder, welche die Veränderungen der Rotationsachse durch den Mond ergeben, nach deren Integration zu multipliciren hat:

$$- \frac{3M\zeta(C-A)}{nC} (3422''06)^3 = - \frac{9''2365}{251''505} = -0.0367248. \quad 1)$$

Wollte man aus irgend welchen Gründen einem anderen Werth für die Nutationsconstante, nämlich:

$$N_1 = N(1 + i),$$

den Vorzug geben, so wird der Factor  $(1 + i)$ , mit welchem alle von dem Einflusse des Mondes abhängigen Glieder zu multipliciren wären, bestimmt sein durch:

$$\frac{N_1}{N} = (1 + i) \text{ oder } i = \frac{N_1 - 9''2365}{9''2365};$$

die Multiplication mit  $i$  allein gibt sofort die erforderlichen Correctionen der hier berechneten Glieder, welche aber, da der Werth der Nutationsconstante bereits sehr genau bestimmt ist, wohl nur in den grössten mit  $\sin \Omega$  und  $\cos \Omega$  multiplicirten Nutationsgliedern merkliche Änderungen hervorbringen werden.

Berechnet man nun mit den oben in 1) gegebenen Coëfficienten den durch den Mond allein veranlassten Präcessionsantheil, so findet sich dieser:

$$\psi\zeta = -3448''518. \quad 2)$$

Als Constante der allgemeinen Präcession nehme ich für 1850 nach Bessel:

$$l = 5023''572,$$

hauptsächlich aus dem Grunde an, weil Le-Verrier diesen Werth auch bei seinen Sonnen- und Planeten-Tafeln benützt hat; O. Struve's Untersuchungen über diese Constante geben etwas grössere, Nyrén's Bestimmungen wesentlich kleinere Werthe. Die für 1850 geltende lunisolare Präcession ist aber mit Benützung der Formel 2) (pag. 158) und 10) (pag. 160):

$$\psi = -l - b_1 = -l - \cotg \varepsilon_0 p_1 t = -5037''032.$$

Vergleicht man diesen Werth mit 2), so ist sonach der durch die Sonne bewirkte Beitrag zu der lunisolaren Präcession bestimmt durch:

$$\psi_{\odot} = -1588''514. \quad 3)$$

Diesen Werth kann man nun dazu benützen den Factor  $3 M_{\odot}(C - A):nC$  zu ermitteln. Setzt man denselben vorerst bei der Integration der Einheit gleich, so erhält man für das mit  $t$  multiplicirte Glied den Werth:  $94646''6t$ ; es ist sonach der Factor, mit dem die von dem Einfluss der Sonne abhängigen Integrale zu multipliciren sind, mit Rücksicht auf die gewählten Einheiten:

$$-\frac{3 M_{\odot}(C - A)}{nC} = -\frac{1588 \cdot 514}{94646 \cdot 6} = -0.0167836. \quad 4)$$

Will man den Einfluss bestimmen, welchen die den Bestimmungen der Constanten der Nutation und Präcession anhaftenden Fehler auf die Werthe der Sonnenglieder nehmen, so findet sich leicht, wenn mit  $P$  die einzuführende lunisolare Präcession bezeichnet und:

$$\zeta = \frac{P - 5037''032}{5037''032},$$

gesetzt wird, der Factor, mit dem die unten ermittelten Sonnenglieder zu multipliciren sind:

$$(1 + 3.17\zeta - 2.17\zeta^2).$$

Mit Hilfe der Factoren  $i$  und  $\zeta$  wird es demnach möglich sein, die weiter unten folgenden numerischen Werthe der Nutation und Präcession auf beliebig gewählte Constanten dieser Grössen zu reduciren.

Den Factor 4) kann man dazu verwerthen, um den bereits oben (pag. 151) benützten Coëfficienten:

$$\mu = n \frac{C - A}{A},$$

zu bestimmen. Für die Grösse  $M_{\odot}$  wäre, wie dies schon früher (pag. 139) in der Anmerkung hervorgehoben wurde,  $k^2$  zu setzen, wobei, der mittlere Sonnentag als Einheit angenommen,  $k$  die Gauss'sche Constante ist; mit Rücksicht jedoch, dass in der vorstehenden Untersuchung das julianische Jahrhundert als Zeiteinheit gilt, hat man:

$$\frac{C - A}{C} = \frac{0.0167836}{3k^2(36525)^2} n. \quad 5)$$

Hierbei ist auf den Umstand, dass die Integrationsdivisoren mit  $\text{arc } 1''$  multiplicirt waren, nicht weiter zu achten, weil die bestimmende Constante ebenfalls im Bogenmasse angesetzt war;  $n$  ist die Rotationsgrösse der Erde in der Zeiteinheit. Bedenkt man, dass die Erde, wenn die für die vorliegenden Zwecke unmerkliche Präcession des Äquinocialpunktes ausser Acht gelassen wird, eine Umdrehung  $2\pi$  in einem Sterntage vollendet, so ist, da hier das julianische Jahrhundert als Einheit gilt, für  $n$  zu setzen:

$$n = 2\pi \cdot 36525 \cdot f,$$

in diesem Ausdruck ist  $f$  der früher (pag. 25) ermittelte Factor, welcher das Verhältniß der Dauer des mittleren Tages zum Sterntage angibt; man hat also:

$$\frac{C-A}{C} = \gamma = \frac{0.0167836 \cdot 2\pi \cdot f}{3 \cdot k^2 \cdot 36525} = + 0.00326121. \quad 6)$$

Daraus leitet man leicht ab:

$$\frac{C-A}{A} = \frac{\gamma}{1-\gamma} = + 0.00327188. \quad 7)$$

Dieser Werth ist bereits oben (pag. 157) vorgreifend benützt worden. Um nun den früher benützten Werth von  $\mu$  (pag. 151) zu finden, hat man zu beachten, dass dort als Zeiteinheit der mittlere Sonnentag gewählt war, es ist danach:

$$\mu = 2\pi f \cdot \frac{\gamma}{1-\gamma} = + 0.0206141. \quad 8)$$

Bedenkt man, dass die Nutationsconstante um wenige Hunderttheile der Bogensekunde, die hundertjährige Präcession um einige Bogensekunden falsch sein kann, so wird sofort die grosse Unsicherheit des obigen Resultates einleuchten; in der That kann die vierte Decimale in dem numerischen Werthe von  $\mu$  nicht als verbürgt bezeichnet werden.

Einschaltend kann man hier erwähnen, dass die Ermittlung der beiden Coëfficienten 1) (pag. 180) und 4) (pag. 181) die Möglichkeit an die Hand gibt, die Mondmasse zu bestimmen. Die Division beider Coëfficienten ergibt, da wegen des Factors  $3422''06$  in 1) (pag. 180), um die gleichen Längeneinheiten zu haben, in 4) die mittlere Sonnenparallaxe  $8''848$  (pag. 23) als Factor eingeführt werden muss:

$$\frac{M_{\odot}}{M_{\zeta}} = 26440000.$$

Nimmt man die Erdmasse mit  $1 : 330000$  der Sonnenmasse an, was den letzten Le-Verrier'schen Bestimmungen sehr nahe kommt, so wird die Mondmasse:

$$\frac{1}{80.1},$$

der Erdmasse betragen. Dieses Resultat ist hauptsächlich wegen der Unsicherheit in der Bestimmung der Erdmasse sehr zweifelhaft und kann der Nenner um einige Einheiten fehlerhaft sein.

Es sollen nun die Resultate der vorgenommenen Integration, der die oben angegebenen Factoren als Grundlage dienen, hier angeführt werden: dieselben ergeben die Bewegung des Äquators auf der festen Ekliptik 1850.0 und  $t$  stellt die seit dieser Epoche verflossenen julianischen Jahrhunderte dar; über die Bedeutung der Argumente vergl. pag. 167. Ich führe zuerst die durch den Mond bewirkten Glieder an, dieselben wären eventuell mit dem Factor  $(1 + i)$  zu multipliciren, die folgenden Sonnenglieder eventuell mit  $(1 + 3.17\zeta - 2.17i)$ ; über die Bedeutung dieser Factoren geben die oben (pag. 180 und 181) gemachten Bemerkungen den nöthigen Aufschluss: die mit einem Sternchen versehenen Coëfficienten sind in Folge kleiner Integrationsdivisoren nicht auf die letzte Stelle zu verbürgen.



## Mondglieder.

Präcession und Nutation in der Länge:

$$\begin{aligned}
& + 3448''518 t - 0''7443 t^2 - 0''00119 t^3, \quad (- 0''0044 \sin (3g+2w+\Omega) \\
& + 0''0678 \sin g \quad \quad \quad - 0''0004 \sin (4g+2w+\Omega) \\
& + 0''0028 \sin 2g \quad \quad \quad - 0''0001 \sin (-2g-2w+\Omega) \\
& + 0''0002 \sin 3g \quad \quad \quad - 0''0001 \sin (2g-g'+2w+\Omega) \\
& + 0''0003 \sin (-g-g') \quad \quad + 0''0001 \sin (2g+g'+2w+\Omega) \\
& + 0''0015 \sin (-g') \quad \quad - 0''0007 \sin (-2g'+2w-2w'+\Omega) \\
& + 0''0004 \sin (g-g') \quad \quad + 0''0014 \sin (g-2g'+2w-2w'+\Omega) \\
& - 0''0001 \sin (g-g'+2w-2w') \quad - 0''0006 \sin (2g-2g'+2w-2w'+\Omega) \\
& - 0''0001 \sin (2g-g'+2w-2w') \quad - 0''0001 \sin (3g-2g'+2w-2w'+\Omega) \\
& - 0''0045 \sin (-2g'+2w-2w') \quad - 0''0005 \sin (-2g+2g'-2w+2w'+\Omega) \\
& + 0''0150 \sin (g-2g'+2w-2w') \quad - 0''0013 \sin (-g+2g'-2w+2w'+\Omega) \\
& + 0''0061 \sin (2g-2g'+2w-2w') \quad + 0''0004 \sin (2g'-2w+2w'+\Omega) \\
& + 0''0006 \sin (3g-2g'+2w-2w') \quad - 0''0001 \sin (-g+3g'-2w+2w'+\Omega) \\
& + 0''0001 \sin (4g-2g'+2w-2w') \quad - 0''0009 \sin (3g-2g'+4w-2w'+\Omega) \\
& - 0''0002 \sin (-3g'+2w-2w') \quad - 0''0005 \sin (4g-2g'+4w-2w'+\Omega) \\
& + 0''0007 \sin (g-3g'+2w-2w') \quad - 0''0001 \sin (5g-2g'+4w-2w'+\Omega) \\
& + 0''0004 \sin (2g-3g'+2w-2w') \quad - 0''0004 \sin (g'+2w'+\Omega) \\
& + 0''0001 \sin (2g-4g'+4w-4w') \quad - 0''0002 \sin (-g+2g'+2w'+\Omega) \\
& + 0''0001 \sin (3g-4g'+4w-4w') \quad + 0''0125 \sin (2g'+2w'+\Omega) \\
& * - 0''0016 \sin 2w \quad \quad + 0''0005 \sin (g+2g'+2w'+\Omega) \\
& - 0''0004 \sin (g+2w) \quad \quad + 0''0001 \sin (2g+2g'+2w'+\Omega) \\
& + 0''0024 \sin (2g+2w) \quad \quad + 0''0003 \sin (3g'+2w'+\Omega) \\
& + 0''0003 \sin (3g+2w) \quad \quad + 0''0001 \sin (-2g'-2w'+\Omega) \\
& - 0''0021 \sin (2g'+2w') \quad \quad * + 0''0005 \sin (2w+2\Omega) \\
& - 0''0001 \sin (g+2g'+2w') \quad \quad + 0''0115 \sin (g+2w+2\Omega) \\
& + 0''0002 \sin (-g'+w-w') \quad \quad - 0''2044 \sin (2g+2w+2\Omega) \\
& - 0''0004 \sin (g-g'+w-w') \quad \quad - 0''0262 \sin (3g+2w+2\Omega) \\
& - 0''0002 \sin (-2g+\Omega) \quad \quad - 0''0026 \sin (4g+2w+2\Omega) \\
& - 0''0057 \sin (-g+\Omega) \quad \quad - 0''0002 \sin (5g+2w+2\Omega) \\
& - 17''2740 \sin \Omega \quad \quad - 0''0007 \sin (2g-g'+2w+2\Omega) \\
& + 0''0003 \cos \Omega \quad \quad - 0''0003 \sin (3g-g'+2w+2\Omega) \\
& + 0''0058 \sin (g+\Omega) \quad \quad + 0''0007 \sin (2g+g'+2w+2\Omega) \\
& + 0''0002 \sin (2g+\Omega) \quad \quad + 0''0002 \sin (3g+g'+2w+2\Omega) \\
& - 0''0012 \sin (-g'+\Omega) \quad \quad + 0''0001 \sin (g'+2w'+2\Omega) \\
& + 0''0001 \sin (g-g'+\Omega) \quad \quad - 0''0020 \sin (2g'+2w'+2\Omega) \\
& - 0''0015 \sin (g'+\Omega) \quad \quad + 0''0026 \sin (g+2g'+2w'+2\Omega) \\
& * + 0''0052 \sin (2w+\Omega) \quad \quad + 0''0006 \sin (2g+2g'+2w'+2\Omega) \\
& + 0''0019 \sin (g+2w+\Omega) \quad \quad + 0''0001 \sin (3g+2g'+2w'+2\Omega) \\
& - 0''0343 \sin (2g+2w+\Omega) \quad \quad - 0''0001 \sin (3g'+2w'+2\Omega)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ o''0001 \sin (g+3g'+2\omega'+2\Omega) \\
 &+ o''0001 \sin (3g-g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &+ o''0001 \sin (-2g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &+ o''0001 \sin (2g-2g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0052 \sin (3g-2g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0032 \sin (4g-2g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0006 \sin (5g-2g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0001 \sin (6g-2g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0002 \sin (3g-3g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0002 \sin (4g-3g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0001 \sin (4g-4g'+6\omega-4\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0001 \sin (5g-4g'+6\omega-4\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0001 \sin (6g-4g'+6\omega-4\omega'+2\Omega) \\
 &+ o''0001 \sin (3g+4\omega+2\Omega) \\
 &+ o''0001 \sin (-g+2\Omega) \\
 &* + o''2095 \sin 2\Omega \\
 &- o''0002 \sin (g+2\Omega) \\
 &+ o''0001 \sin (2g+2g'+2\omega+2\omega'+2\Omega) \\
 &+ o''0001 \sin (3g-g'+3\omega-\omega'+2\Omega) \\
 &+ o''0001 \sin (g'+\omega+\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0001 \sin (g+g'+\omega+\omega'+2\Omega) \\
 &- o''00003 t \sin g \\
 &- o''00001 t \sin (g-2g'+2\omega-2\omega') \\
 &- o''00852 t \sin \Omega \\
 &- o''00165 t \cos \Omega \\
 &- o''00002 t \sin (2g+2\omega+\Omega) \\
 &+ o''00001 t \sin (2g'+2\omega'+\Omega) \\
 &+ o''00009 t \sin (2g+2\omega+2\Omega) \\
 &- o''00002 t \cos (2g+2\omega+2\Omega) \\
 &+ o''00001 t \sin (3g+2\omega+2\Omega) \\
 &- o''00009 t \sin 2\Omega \\
 &+ o''00002 t \cos 2\Omega.
 \end{aligned}$$

#### Präcession und Nutation in der Schiefe:

$$\begin{aligned}
 &+ o''0488 t^2 - o''00538 t^3, \\
 &+ o''0001 \cos (-2g+\Omega) \\
 &+ o''0031 \cos (-g+\Omega) \\
 &+ g''2365 \cos \Omega \\
 &- o''0031 \cos (g+\Omega) \\
 &- o''0001 \cos (2g+\Omega) \\
 &+ o''0006 \cos (-g'+\Omega) \\
 &+ o''0008 \cos (g'+\Omega) \\
 &* - o''0028 \cos (2\omega+\Omega) \\
 &- o''0010 \cos (g+2\omega+\Omega) \\
 &+ o''0183 \cos (2g+2\omega+\Omega) \\
 &+ o''0023 \cos (3g+2\omega+\Omega) \\
 &+ o''0002 \cos (4g+2\omega+\Omega) \\
 &+ o''0004 \cos (-2g'+2\omega-2\omega'+\Omega) \\
 &- o''0008 \cos (g-2g'+2\omega-2\omega'+\Omega) \\
 &+ o''0003 \cos (2g-2g'+2\omega-2\omega'+\Omega) \\
 &+ o''0003 \cos (-2g+2g'-2\omega+2\omega'+\Omega) \\
 &+ o''0007 \cos (-g+2g'-2\omega+2\omega'+\Omega) \\
 &- o''0002 \cos (2g'-2\omega+2\omega'+\Omega) \\
 &+ o''0005 \cos (3g-2g'+4\omega-2\omega'+\Omega) \\
 &+ o''0003 \cos (4g-2g'+4\omega-2\omega'+\Omega) \\
 &+ o''0001 \cos (5g-2g'+4\omega-2\omega'+\Omega) \\
 &+ o''0002 \cos (g'+2\omega'+\Omega) \\
 &+ o''0001 \cos (-g+2g'+2\omega'+\Omega) \\
 &- o''0067 \cos (2g'+2\omega'+\Omega) \\
 &- o''0003 \cos (g+2g'+2\omega'+\Omega); \\
 &- o''0002 \cos (3g'+2\omega'+\Omega) \\
 &- o''0001 \cos (-2g'-2\omega'+\Omega) \\
 &* - o''0002 \cos (2\omega+2\Omega) \\
 &- o''0050 \cos (g+2\omega+2\Omega) \\
 &+ o''0887 \cos (2g+2\omega+2\Omega) \\
 &+ o''0114 \cos (3g+2\omega+2\Omega) \\
 &+ o''0011 \cos (4g+2\omega+2\Omega) \\
 &+ o''0001 \cos (5g+2\omega+2\Omega) \\
 &+ o''0003 \cos (2g-g'+2\omega+2\Omega) \\
 &+ o''0001 \cos (3g-g'+2\omega+2\Omega) \\
 &- o''0003 \cos (2g+g'+2\omega+2\Omega) \\
 &- o''0001 \cos (3g+g'+2\omega+2\Omega) \\
 &+ o''0009 \cos (2g'+2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0011 \cos (g+2g'+2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0003 \cos (2g+2g'+2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0001 \cos (g+3g'+2\omega'+2\Omega) \\
 &- o''0001 \cos (2g-2g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &+ o''0023 \cos (3g-2g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &+ o''0014 \cos (4g-2g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) \\
 &+ o''0003 \cos (5g-2g'+4\omega-2\omega'+2\Omega)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 0''0001 \cos (3g-3g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) & + 0''00092 t \cos \Omega \\
 &+ 0''0001 \cos (4g-3g'+4\omega-2\omega'+2\Omega) & - 0''00049 t \sin \Omega \\
 &+ 0''0001 \cos (5g-4g'+6\omega-4\omega'+2\Omega) & - 0''00005 t \cos (2g+2\omega+2\Omega) \\
 &- 0''0001 \cos (-g+2\Omega) & - 0''00001 t \sin (2g+2\omega+2\Omega) \\
 &* - 0''0905 \cos 2\Omega & - 0''00001 t \cos (3g+2\omega+2\Omega) \\
 &+ 0''0001 \cos (g+2\Omega) & + 0''00005 t \cos 2\Omega \\
 &- 0''0001 \cos (3g-g'+3\omega-\omega'+2\Omega) & + 0''00001 t \sin 2\Omega.
 \end{aligned}$$

### Sonnenglieder.

#### Präcession und Nutation in der Länge:

$$\begin{aligned}
 &+ 1588''514 t - 0''3445 t^2 - 0''00055 t^3, & * + 0''0009 \sin \Omega \\
 &+ 0''1272 \sin g' & - 0''00038 t \sin g' \\
 &+ 0''0016 \sin 2g' & - 0''00001 t \sin 2g' \\
 &+ 0''0212 \sin (g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0''00006 t \sin (g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &- 1''2627 \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega) & + 0''00054 t \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &- 0''0494 \sin (3g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0''00010 t \cos (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &- 0''0015 \sin (4g' + 2\omega' + 2\Omega) & + 0''00015 t \sin (3g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &- 0''0001 \sin (2g' + 2\omega' + \Omega) & + 0''00001 t \sin (4g' + 2\omega' + 2\Omega). \\
 &+ 0''0001 \sin (2g' + 2\omega' + 3\Omega)
 \end{aligned}$$

#### Präcession und Nutation in der Schiefe:

$$\begin{aligned}
 &+ 0''0225 t^2 - 0''00248 t^3, & + 0''00003 t \cos (g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &- 0''0092 \cos (g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0''00029 t \cos (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &+ 0''5480 \cos (2g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0''00004 t \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &+ 0''0215 \cos (3g' + 2\omega' + 2\Omega) & - 0''00007 t \cos (3g' + 2\omega' + 2\Omega). \\
 &+ 0''0007 \cos (4g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 &+ 0''0001 \cos (2g' + 2\omega' + \Omega)
 \end{aligned}$$

Wie schon oben erwähnt wurde, beziehen sich die durch diese Ausdrücke bestimmten Lageveränderungen des beweglichen Äquators auf die fixe Ekliptik 1850.0; will man dieselben aber auf die bewegliche Ekliptik beziehen, so gibt der Ausdruck 2) (pag. 158) und 10) (pag. 160):

$$(l) + (N) = -\psi - b_1 - b_2 - b_3,$$

sofort die verlangten Relationen; setzt man nämlich, da  $-\psi$  die hier angeführte Präcession und Nutation darstellt, in die Ausdrücke für  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  (vergl. Gleichung 10) pag. 160) die gefundenen Werthe für  $\Delta\epsilon$  und  $\psi$  ein, so erhält man zunächst Glieder, in denen die Potenzen der Zeit, theils mit constanten Factoren, theils mit periodischen Gliedern multiplicirt sind; die ersteren stellen die allgemeine Präcession ( $l$ ) dar. von den letzteren brauchen nur die mit der ersten Potenz von  $t$  verbundenen mitgenommen zu werden; sie geben jene Änderung der Nutation in Länge, welche

man an die obigen Ausdrücke anzubringen hat, um die Nutation in Bezug auf die bewegliche Ekliptik zu erhalten. Man wird, da die lunisolare Präcession ( $l'$ ) nach den obigen Zahlenwerthen:

$$(l') = 5037''032 t - 1''0888 t^2 - 0''00174 t^3, \quad 9)$$

beträgt, die allgemeine Präcession:

$$l = 5023''572 t + 1''1291 t^2 + 0''00032 t^3, \quad 10)$$

finden, und die Correctionen des obigen Nutationsausdruckes:

$$\begin{array}{ll} - 0''00004 t \sin g & + 0''00001 t \sin (3g + 2\omega + 2\Omega) \\ - 0''00001 t \sin (g - 2g' + 2\omega - 2\omega') & - 0''00011 t \sin 2\Omega \\ + 0''00918 t \sin \Omega & + 0''00002 t \cos 2\Omega; \\ - 0''00165 t \cos \Omega & \\ + 0''00002 t \sin (2g + 2\omega + \Omega) & - 0''00007 t \sin g' \\ - 0''00001 t \sin (2g' + 2\omega' + \Omega) & - 0''00001 t \sin (g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ - 0''00001 t \sin (g + 2\omega + 2\Omega) & + 0''00067 t \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ + 0''00011 t \sin (2g + 2\omega + 2\Omega) & - 0''00010 t \cos (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ - 0''00002 t \cos (2g + 2\omega + 2\Omega) & + 0''00003 t \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega). \end{array}$$

Bezieht man daher die Nutation auf die bewegliche Ekliptik zur Zeit  $t$ , so bleiben die von  $t$  freien Glieder ungeändert, weshalb dieselben hier nicht mehr angeführt werden; statt der in der obigen Zusammenstellung mit  $t$  multiplicirten periodischen Glieder wird man in dem Ausdrücke für die Nutation in der Länge zu setzen haben:

$$\left. \begin{array}{ll} + 0''00001 t \sin g & \\ - 0''01770 t \sin \Omega & - 0''00031 t \sin g' \\ - 0''00004 t \sin (2g + 2\omega + \Omega) & - 0''00001 t \sin 2g' \\ + 0''00002 t \sin (2g' + 2\omega' + \Omega) & - 0''00005 t \sin (g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ + 0''00001 t \sin (g + 2\omega + 2\Omega) & - 0''00013 t \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ - 0''00002 t \sin (2g + 2\omega + 2\Omega) & + 0''00012 t \sin (3g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ + 0''00002 t \sin 2\Omega; & + 0''00001 t \sin (4g' + 2\omega' + 2\Omega). \end{array} \right\} \quad 11)$$

Um nun eine ähnliche Transformation für die Schiefe zu erhalten, wird man in ganz analoger Weise die Gleichung 17) (pag. 162) benützen. Zunächst erhält man durch Addition für die lunisolare Schiefe der Ekliptik bezogen auf die fixe Ekliptik 1850.0:

$$(e') = e_0 + 0''0713 t^2 - 0''00786 t^3. \quad 12)$$

Die mit der Zeit multiplicirten Glieder finden sich nach der Formel 17) (pag. 162) und geben zu  $e_0$  addirt die mittlere Schiefe der Ekliptik zur Zeit  $t$  wie folgt:

$$e = e_0 - 47''594 t - 0''0143 t^2 + 0''00204 t^3. \quad 13)$$

Die periodischen Glieder werden, wenn man wie oben die in  $t^2$  multiplicirten weglässt:

$$\begin{array}{ll} + 0''00049 t \sin \Omega & - 0''00001 t \sin 2\Omega \\ + 0''00001 t \sin (2g + 2\omega + 2\Omega) & + 0''00004 t \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega). \end{array}$$

Es bleiben demnach wieder die auf die bewegliche Ekliptik bezogenen Nutationsglieder, die frei von dem Factor  $t$  sind, unverändert, dagegen sind statt der obigen Zeitglieder zu setzen:

$$\left. \begin{array}{ll} + 0''00092 t \cos \Omega & + 0''00003 t \cos (g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ - 0''00005 t \cos (2g + 2\omega + 2\Omega) & - 0''00029 t \cos (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ - 0''00001 t \cos (3g + 2\omega + 2\Omega) & - 0''00007 t \cos (3g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ + 0''00005 t \cos 2\Omega & \end{array} \right\} 14)$$

Behandelt man nun in ähnlicher Weise das Formelsystem 9) (pag. 160), so gelangt man von den periodischen Änderungen absehend zur Kenntniss des Bogens  $a$ , den man gewöhnlich die Präcession durch die Planeten nennt; diese findet sich in Bezug auf die Ekliptik 1850-0:

$$(a) = 14''673 t - 2''4184 t^2 - 0''00212 t^3. \quad 15)$$

Die in diesem Bogen durch die Nutation bewirkten Änderungen, von denen übrigen in der Folge kein Gebrauch gemacht werden wird, erhält man:

$$\left. \begin{array}{ll} - 0''00004 t \sin g & + 0''00002 t \sin (3g + 2\omega + 2\Omega) \\ - 0''00001 t \sin (g - 2g' + 2\omega - 2\omega') & - 0''00012 t \sin 2\Omega \\ + 0''01001 t \sin \Omega & + 0''00001 t \cos 2\Omega \\ - 0''00151 t \cos \Omega & \\ + 0''00002 t \sin (2g + 2\omega + \Omega) & - 0''00007 t \sin g' \\ - 0''00001 t \sin (2g' + 2\omega' + \Omega) & - 0''00001 t \sin (g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ - 0''00001 t \sin (g + 2\omega + 2\Omega) & + 0''00073 t \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ + 0''00012 t \sin (2g + 2\omega + 2\Omega) & - 0''00009 t \cos (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ - 0''00001 t \cos (2g + 2\omega + 2\Omega) & + 0''00003 t \sin (3g' + 2\omega' + 2\Omega) \end{array} \right\} 16)$$

Es stellt sich nun die Aufgabe, ähnlich wie dies bereits für die Nutation geschehen ist, die von der Präcession abhängigen Ausdrücke, welche durchaus nach steigenden Potenzen der von 1850-0 gezählten Zeit entwickelt sind, auf solche Formen überzuführen, dass der Ausgangspunkt der Zählung auf eine beliebige Anfangs-epoche verlegt werden kann; hieraus erwachsen für die späteren Untersuchungen und Entwicklungen wesentliche Vortheile. Diese Entwicklungen sollen durchaus auf Glieder dritter Ordnung inclusive durchgeführt werden. Um aber diese Formen übersichtlicher zu gestalten, soll geschrieben werden:

$$\left. \begin{array}{l} (l) = \lambda_1 t + \lambda_2 t^2 + \lambda_3 t^3 \\ (l') = \lambda_1' t + \lambda_2' t^2 + \lambda_3' t^3 \\ (a) = \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3 \\ \varepsilon = \varepsilon_0 + \eta_1 t + \eta_2 t^2 + \eta_3 t^3 \\ (\varepsilon') = \varepsilon_0 + \eta_1' t + \eta_2' t^2 + \eta_3' t^3 \end{array} \right\} 17)$$

in welchen Ausdrücken die numerische Bedeutung der neu eingeführten Symbole durch Vergleichung mit den Formeln 9), 10), 15), 13) und 12) (pag. 186 und 187) leicht erkannt werden kann.

Es soll für die Folge unter  $t_1$  die für die neue Ausgangsepoche geltende Zeit verstanden werden, wobei als Einheit wie früher das julianische Jahrhundert zu nehmen ist;  $t_1$  ist demnach der zeitliche Abstand der neuen Anfangsepoche von 1850.0. Die von dieser durch  $t_1$  bezeichneten Epoche in Einheiten des julianischen Jahrhunderts zu zählende Zeit wird mit  $\tau$  bezeichnet; ferner soll gesetzt werden:

$$t_2 = t_1 + \tau, \quad 18)$$

so dass  $t_2$  das auf 1850.0 bezogene Zeitintervall der zweiten Epoche ist; es stellt sich sonach die Aufgabe, die Präcessionsausdrücke nach steigenden Potenzen von  $\tau$  zu entwickeln.

Ganz einfach wird sich die geforderte Transformation für die jeweilige mittlere Schiefe der Ekliptik  $\varepsilon$  gestalten, da diese Grösse sich bereits auf den mit der Zeit veränderlichen Zustand bezieht: es ist nämlich für die beiden Zeitmomente  $t_1$  und  $t_2$ :

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_1 &= \varepsilon_0 + \eta_1 t_1 + \eta_2 t_1^2 + \eta_3 t_1^3 \\ \varepsilon_2 &= \varepsilon_0 + \eta_1 t_2 + \eta_2 t_2^2 + \eta_3 t_2^3 \end{aligned} \right\} \quad 19)$$

und die Subtraction und Einführung der Grösse  $\tau$  nach 18) ergibt:

$$\varepsilon = \{\varepsilon_0 + \eta_1 t_1 + \eta_2 t_1^2 + \eta_3 t_1^3\} + \{\eta_1 + 2\eta_2 t_1 + 3\eta_3 t_1^2\} \tau + \{\eta_2 + 3\eta_3 t_1\} \tau^2 + \eta_3 \tau^3. \quad 20)$$

Minder einfach gestaltet sich die vorgelegte Aufgabe für die übrigen in 17) aufgeführten Präcessionsausdrücke. Es soll, um dieses Problem vorwurfsfrei zu lösen, eine neue Figur (Fig. II) zu Hilfe genommen werden, welche der Figur I (pag. 125) ganz ähnlich construirt ist, nur erscheint eine dritte Ekliptik und ein dritter Äquator in dieselbe eingezeichnet. Die Bogen  $E_0 E_0$ ,  $E_1 E_1$ ,  $E_2 E_2$  stellen beziehungsweise die Ekliptik zur Zeit der Ausgangsepoche 1850.0, zur Zeit  $t_1$  und  $t_2$  vor; die dazu gehörigen mittleren Äquatoren sind durch die Bogen  $A_0 A_0$ ,  $A_1 A_1$  und  $A_2 A_2$  angegeben; betrachtet man die Zeit  $t_1$  der Voraussetzung nach als Ausgangsepoche, so wird für die Zeit  $t_2 - t_1 = \tau$  die lunisolare Präcession  $l'$  dem Bogen  $\gamma_1 G$ , die allgemeine Präcession  $l$  dem Bogen  $f_2 \gamma_2 = \gamma_1 J - \gamma_2 J$  gleich kommen\*). Um zunächst den Bogen  $\gamma_1 G$  nach Potenzen von  $\tau$  zu entwickeln, wird man von der Relation:

$$l' = \gamma_1 G = \gamma_1 L - GL \quad 21)$$

ausgehen. Der Bogen  $\gamma_1 L$  wird offenbar jene Grösse sein, die früher (pag. 158) mit dem Buchstaben  $b$  bezeichnet wurde; ihr Werth wird sich sofort ergeben, wenn in die Gleichung 10) (pag. 160) für  $t$  der Werth  $t_1$  eingeführt wird und überdies

\*) Der Construction nach (vergl. die pag. 126 gegebene Definition der allgemeinen Präcession) ist nämlich  $f_2 J = \gamma_1 J$ .

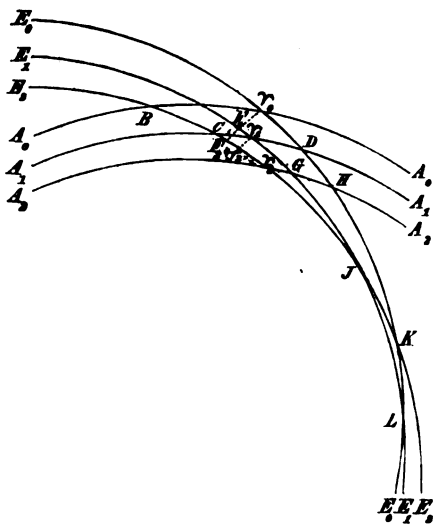


Fig. II.

für  $\psi$  und  $\Delta \varepsilon$ , welche dort die durch die lunisolare Präcession und Nutation bewirkten Änderungen darstellen, nur die von der Präcession abhängigen Werthe eingesetzt werden; da  $\Delta \varepsilon$  bei dieser Entwicklung sofort mit dem Anfangsgliede  $\eta_2' t^2$  eintritt, so wird man die in den Gliedern dritter Ordnung von  $b$  auftretenden mit  $\Delta \varepsilon$  multiplicirten Producte fortlassen dürfen. Der Bogen  $GL$  wird sich ebenfalls leicht auf Grundlage der für  $b$  gegebenen Entwicklungen auffinden lassen. Geht man nämlich auf die Formeln 1) (pag. 158) zurück, so werden dieselben, wenn die beiden Seiten  $GH$  und  $GL$  des sphärischen Dreieckes  $GHL$  mit  $a_2$  und  $b_2$  bezeichnet werden, unverändert gelten, wenn nur an die Stelle von  $a$  und  $b$  die Seiten  $a_2$  und  $b_2$  treten; für  $\psi$  und  $\varepsilon'$  sind in diesen Formeln offenbar die für die Zeit  $t_2$  geltenden Werthe einzuführen,  $(\pi)$  und  $(II)$  bleiben unverändert und beziehen sich wie dort auf  $t_1$ ; es ist sonach in den Formeln 10) (pag. 160), um den Bogen  $GL$  zu erhalten, statt  $t$ , welches durch die Einführung der Grössen  $(\pi)$  und  $(II)$  eintritt,  $t_1$  zu schreiben, für  $\psi$  und  $\Delta \varepsilon$  wird mit Rücksicht auf 17) (pag. 187) zu setzen sein:

$$\left. \begin{aligned} (\bar{t})_2 &= -\psi_2 = \lambda_1' t_2 + \lambda_2' t_2^2 + \lambda_3' t_2^3 \\ \Delta \varepsilon_2 &= \eta_2' t_2^2 + \eta_3' t_2^3 \end{aligned} \right\} \quad 22)$$

um  $GL$ , dagegen:

$$\left. \begin{aligned} (\bar{t})_1 &= -\psi_1 = \lambda_1' t_1 + \lambda_2' t_1^2 + \lambda_3' t_1^3 \\ \Delta \varepsilon_1 &= \eta_2' t_1^2 + \eta_3' t_1^3 \end{aligned} \right\} \quad 23)$$

um  $\sqrt[3]{L}$  zu erhalten. Es ist somit nach 21) (pag. 188) mit Benützung der vorstehend gemachten Bemerkungen zunächst:

$$\begin{aligned} l' &= \lambda_1' (t_2 - t_1) + \lambda_2' (t_2^2 - t_1^2) + \lambda_3' (t_2^3 - t_1^3) - \\ &\quad - \cotg \varepsilon_0 q_1 t_1 \{ \lambda_1' (t_2 - t_1) + \lambda_2' (t_2^2 - t_1^2) \} + \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0^2} t_1 \eta_2' (t_2^2 - t_1^2) + \\ &\quad + \left\{ \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{2 \sin \varepsilon_0^2} (q_1^2 - p_1^2) - \cotg \varepsilon_0 q_2 \right\} \lambda_1' t_1^2 (t_2 - t_1) + \frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0 p_1 \lambda_1'^2 t_1 (t_2^2 - t_1^2). \end{aligned}$$

Führt man nun mit Rücksicht auf 18) (pag. 188)  $\tau$  ein und ordnet nach Potenzen desselben, so erhält man einen Ausdruck von der Gestalt:

$$l' = L_1' \tau + L_2' \tau^2 + L_3' \tau^3, \quad 24)$$

in welchem:

$$\left. \begin{aligned} L_1' &= \lambda_1' + \{ 2 \lambda_2' - \cotg \varepsilon_0 q_1 \lambda_1' \} t_1 + \{ 3 \lambda_3' - 2 \cotg \varepsilon_0 q_1 \lambda_2' + \frac{2 p_1}{\sin \varepsilon_0^2} \eta_2' + \\ &\quad + \frac{1 + \cos \varepsilon_0^2}{2 \sin \varepsilon_0^2} (q_1^2 - p_1^2) \lambda_1' - \cotg \varepsilon_0 q_2 \lambda_1' + \cotg \varepsilon_0 p_1 \lambda_1'^2 \} t_1^2 \\ L_2' &= \lambda_2' + \{ 3 \lambda_3' - \cotg \varepsilon_0 q_1 \lambda_2' + \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0^2} \eta_2' + \frac{1}{2} \cotg \varepsilon_0 p_1 \lambda_1'^2 \} t_1 \\ L_3' &= \lambda_3', \end{aligned} \right\} \quad 25)$$

vorstellt.

Durch ganz ähnliche Entwicklungen wird man zur Kenntniss der lunisolaren Schiefe in Bezug auf die für  $t_1$  geltende Ekliptik gelangen. Bezeichnet man den Winkel  $E_1 \sqrt[3]{A_1}$  (vergl. Figur II pag. 188) mit  $\varepsilon_1'$ , den Winkel  $E_1 G A_2$  mit  $\varepsilon_2'$ , so wird die Änderung der lunisolaren Schiefe auf der Ekliptik der Epoche  $t_1$  dargestellt sein durch:

$$\Delta \varepsilon' = \varepsilon_2' - \varepsilon_1'.$$

In diesem Ausdrucke wird  $\varepsilon_1'$  die mittlere Schiefe der Ekliptik zur Zeit  $t_1$  sein, die leicht nach dem Ausdrucke 13) (pag. 186) oder, was für die folgende Ableitung bequemer erscheint, nach 17) (pag. 162) berechnet werden kann, wenn in dieser Formel statt  $t$ ,  $\psi$  und  $\mathcal{A}\varepsilon$  die Buchstaben  $t_1$ ,  $\psi_1$  und  $\mathcal{A}\varepsilon_1$  (vergl. 23) pag. 189) geschrieben werden; dieselbe Formel wird  $\varepsilon_2'$  liefern, wenn in derselben statt  $t$ ,  $\psi$  und  $\mathcal{A}\varepsilon$  die Werthe  $t_1$ ,  $\psi_2$  und  $\mathcal{A}\varepsilon_2$  (vergl. 22) pag. 189) eingesetzt werden. Diese Vorschrift erklärt sich leicht, wenn man die der Formel 21) (pag. 188) nachfolgenden Auseinandersetzungen mutatis mutandis hier in Anwendung zieht; es wird sonach:

$$\mathcal{A}\varepsilon' = \eta_2' (t_2^2 - t_1^2) + \eta_3' (t_2^3 - t_1^3) - p_1 t_1 \{ \lambda_1' (t_2 - t_1) + \lambda_2' (t_2^2 - t_1^2) \} + \\ + \{ \cotg \varepsilon_0 q_1 p_1 - p_2 \} \lambda_1' t_1^2 (t_2 - t_1) - \frac{1}{2} q_1 \lambda_1'^2 t_1 (t_2^2 - t_1^2).$$

Die Entwicklung dieses Ausdruckes nach Potenzen von  $\tau$  muss auf einen Ausdruck von der Form:

$$\mathcal{A}\varepsilon' = H_2' \tau^2 + H_3' \tau^3 \quad 26)$$

führen, denn da der Ausdruck 28) (pag. 166), der abgesehen von gewissen constanten Factoren, das Differential von  $d\varepsilon':dt$  darstellt, niemals ein constantes Glied enthält, weil die Factoren  $\cos b_1' \cos l_1' \cos b_1' \sin l_1' : r_1'^3$  und  $\cos b_1' \cos l_1' \sin b_1' : r_1'^3$  (vergl. die diesbezüglichen Ausdrücke pag. 171 und 173) mag man die Ausgangsepoche wie immer wählen, kein solches enthalten, so kann man streng schliessen, dass bei einer derartigen Entwicklung das mit  $\tau$  multiplicirte Glied, welches der Analogie nach mit  $H_1'$  bezeichnet werden müsste, verschwindet; in der That bestätigt dies auch die numerische Substitution in den für  $H_1'$  folgenden Ausdruck:

$$H_1'^4 = (2 \eta_2' - p_1 \lambda_1') t_1 + \{ 3 \eta_3' - 2 p_1 \lambda_2' - p_2 \lambda_1' + \cotg \varepsilon_0 q_1 p_1 \lambda_1' - q_1 \lambda_1'^2 \} t_1^2.$$

Man sieht daher, dass man wohl auch die früher auf ganz andere Weise durch die Integration erhaltenen Coëfficienten  $\eta_2'$  und  $\eta_3'$  hätte berechnen können nach:

$$\eta_2' = \frac{1}{3} p_1 \lambda_1' \\ \eta_3' = \frac{2}{3} p_1 \lambda_2' + \frac{1}{3} p_2 \lambda_1' + \frac{1}{3} q_1 \lambda_1'^2 - \frac{1}{3} \cotg \varepsilon_0 q_1 p_1 \lambda_1',$$

womit eine theilweise Controle der vorstehenden Entwicklungen erlangt ist, da in der That in völliger Übereinstimmung mit 12) (pag. 186):

$$\eta_2' = + 0''0713, \quad \eta_3' = - 0''00786,$$

gefunden wird. Für  $H_2'$  und  $H_3'$  erhält man weiter:

$$\left. \begin{aligned} H_2' &= \eta_2' + \{ 3 \eta_3' - p_1 \lambda_2' - \frac{1}{2} q_1 \lambda_1'^2 \} t_1 \\ H_3' &= \eta_3'. \end{aligned} \right\} \quad 27)$$

Es ist somit:

$$\varepsilon' = (\varepsilon_0 + \eta_1 t_1 + \eta_2 t_1^2 + \eta_3 t_1^3) + H_2' \tau^2 + H_3' \tau^3. \quad 28)$$

Um für die Präcession durch die Planeten ähnliche Ausdrücke zu erhalten, bemerke man (Figur II pag. 188), dass der Bogen  $G\mathcal{V}_2$  dieselbe für die Zwischenzeit  $t_2 - t_1 = \tau$  vorstellt, wenn man die zur Zeit  $t_1$  stattfindende Ekliptik als feste Ausgangsebene wählt; nun ist aber:

$$G\mathcal{V}_2 = \mathcal{V}_2 H - GH. \quad 29)$$



Der Bogen  $GH$  ist aber sofort durch  $\alpha$  (vergl. Gleichung 9) pag. 160) bestimmt, wenn man in den diesbezüglichen Formeln statt  $t$  überall  $t_1$  setzt, für  $\psi$  und  $\mathcal{A}\varepsilon$  dagegen die durch 22) (pag. 189) bestimmten Werthe  $\psi_2$  und  $\mathcal{A}\varepsilon_2$ ; der Bogen  $\sphericalangle_2 H$  ist aber, wenn man als feste Ekliptik jene der Hauptepoche 1850.0 wählt, die für die Zeit  $t_2$  geltende Präcession durch die Planeten, welche demnach gefunden wird, wenn man in den Formeln 9) (pag. 160) statt  $t$ ,  $\psi$  und  $\mathcal{A}\varepsilon$  die Werthe  $t_2$ ,  $\psi_2$  und  $\mathcal{A}\varepsilon_2$  schreibt. Setzt man abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} \gamma_1' &= \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0}, \quad \gamma_2' = \frac{p_2}{\sin \varepsilon_0} - \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} q_1 p_1, \quad \Gamma = \left\{ \frac{q_2}{\sin \varepsilon_0} - \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} (q_1^2 - p_1^2) \right\} \lambda_1' \\ \gamma_3' &= \frac{p_3}{\sin \varepsilon_0} - \frac{1}{2} \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0} (p_1^2 + q_1^2) - \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} (p_1 q_2 + p_2 q_1) + \frac{1 + 3 \cos \varepsilon_0^2}{\sin \varepsilon_0^3} \left( \frac{1}{2} q_1^2 p_1 - \frac{1}{12} p_1^3 \right), \end{aligned} \right\} 30)$$

so findet sich zunächst der Ausdruck für die Präcession durch die Planeten  $\alpha$  bestimmt durch:

$$\begin{aligned} \alpha &= \gamma_1' (t_2 - t_1) + \gamma_2' (t_2^2 - t_1^2) + \gamma_3' (t_2^3 - t_1^3) + \frac{q_1}{\sin \varepsilon_0} (\lambda_1' t_2 + \lambda_2' t_2^2) (t_2 - t_1) - \\ &\quad - \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} p_1 \eta_2' t_2^2 (t_2 - t_1) + \Gamma t_2 (t_2^2 - t_1^2) - \frac{p_1}{2 \sin \varepsilon_0} \lambda_1'^2 t_2^2 (t_2 - t_1); \end{aligned}$$

der nach Potenzen entwickelt, die Gestalt:

$$\alpha = A_1' t + A_2' t^2 + A_3' t^3, \quad 31)$$

annimmt; die  $A$ -Symbole haben mit Rücksicht auf die dritte Gleichung in 17) (pag. 187) die folgende Bedeutung:

$$\left. \begin{aligned} A_1' &= \alpha_1 + \{2\gamma_2' + \frac{q_1}{\sin \varepsilon_0} \lambda_1'\} t_1 + \{3\gamma_3' + \frac{q_1 \lambda_2'}{\sin \varepsilon_0} - \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} p_1 \eta_2' + 2\Gamma - \frac{p_1}{2 \sin \varepsilon_0} \lambda_1'^2\} t_1^2 \\ A_2' &= \alpha_2 + \{3\gamma_3' + \frac{2 q_1 \lambda_2'}{\sin \varepsilon_0} - 2 \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} p_1 \eta_2' + 3\Gamma - \frac{p_1}{\sin \varepsilon_0} \lambda_1'^2\} t_1 \\ A_3' &= \alpha_3. \end{aligned} \right\} 32)$$

Die Gleichungen 1a) (pag. 124) werden für die folgenden Untersuchungen mit Vorthail auf eine Form gebracht werden können, die ebenfalls die Ausgangs-epoche für die Zeitzählung willkürlich lässt. Zuvörderst sollen aber für die Winkel  $(\pi)$  und  $(II)$  die nach den Potenzen von  $t$  entwickelten Ausdrücke ermittelt werden; stellt man sich vor, diese Entwicklung sei geleistet, so hat man offenbar für diese Grösse die folgenden Formen:

$$\left. \begin{aligned} (\pi) &= s_1 t + s_2 t^2 + s_3 t^3 + \dots \\ (II) &= II_0 + S_1 t + S_2 t^2 + \dots, \end{aligned} \right\} 33)$$

zu erwarten. Bedenkt man, dass innerhalb der vorgesetzten Genauigkeitsgrenzen gesetzt werden darf:

$$\left. \begin{aligned} \tg (\pi) &= s_1 t + s_2 t^2 + (s_3 + \frac{1}{3} s_1^3) t^3 \\ \sin (II) &= \sin II_0 + S_1 \cos II_0 t + (S_2 \cos II_0 - \frac{1}{2} S_1^2 \sin II_0) t^2 \\ \cos (II) &= \cos II_0 - S_1 \sin II_0 t - (S_2 \sin II_0 + \frac{1}{2} S_1^2 \cos II_0) t^2, \end{aligned} \right\} 34)$$

so ergibt die Substitution dieser Ausdrücke in die Gleichungen 1a) (pag. 124) durch Gleichsetzen der zu denselben Potenzen von  $t$  gehörenden Coëfficienten zunächst:

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= s_1 \sin \Pi_0 \\ p_2 &= s_2 \sin \Pi_0 + s_1 S_1 \cos \Pi_0 \\ p_3 &= (s_3 + \frac{1}{2} s_1^3 - \frac{1}{2} s_1 S_1^2) \sin \Pi_0 + (s_2 S_1 + s_1 S_2) \cos \Pi_0 \\ q_1 &= s_1 \cos \Pi_0 \\ q_2 &= s_2 \cos \Pi_0 - s_1 S_1 \sin \Pi_0 \\ q_3 &= (s_3 + \frac{1}{2} s_1^3 - \frac{1}{2} s_1 S_1^2) \cos \Pi_0 - (s_2 S_1 + s_1 S_2) \sin \Pi_0; \end{aligned} \right\} 35)$$

aus denen folgt:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \Pi_0 &= \frac{p_1}{q_1}, & s_1 &= \sqrt{p_1^2 + q_1^2} \\ s_1 S_1 &= p_2 \cos \Pi_0 - q_2 \sin \Pi_0, & s_2 &= p_2 \sin \Pi_0 + q_2 \cos \Pi_0 \\ s_1 S_2 &= p_3 \cos \Pi_0 - q_3 \sin \Pi_0 - s_2 S_1, & s_3 &= p_3 \sin \Pi_0 + q_3 \cos \Pi_0 + \frac{1}{2} s_1 S_1^2 - \frac{1}{2} s_1^3. \end{aligned} \right\} 36a)$$

Die numerische Bestimmung lässt finden:

$$\left. \begin{aligned} \Pi_0 &= 173^\circ 0' 12'', & s_1 &= + 47'' 951 \\ S_1 &= - 868'' 3, & s_2 &= - 0'' 0325 \\ S_2 &= + 0'' 11, & s_3 &= - 0'' 00014. \end{aligned} \right\} 36b)$$

Man könnte leicht in den Ausdrücken 36a) alle Coëfficienten von den verschiedenen  $q$  und  $p$  Grössen allein abhängig machen, doch gestaltet sich die Rechnung nach den Formeln 36a), in welchen die Resultate in recurrenter Weise erhalten werden, wesentlich einfacher.

Bezeichnet man in dem sphärischen Dreiecke  $JKL$  (Figur II pag. 188) den Winkel bei  $L$  mit  $(\pi)_1$ , bei  $K$  mit  $180 - (\pi)_2$  und bei  $J$  mit  $\pi$ , ferner die diesen Winkeln gegenüberliegenden Seiten beziehungsweise mit  $\gamma$ ,  $\beta$  und  $(\Pi)_2 - (\Pi)_1$ , so ergeben die Napier'schen Gleichungen auf das vorliegende Dreieck angewandt:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\beta + \gamma) &= \frac{\sin \frac{1}{2}\{(\pi)_2 + (\pi)_1\}}{\sin \frac{1}{2}\{(\pi)_2 - (\pi)_1\}} \operatorname{tg} \frac{1}{2}\{(\Pi)_2 - (\Pi)_1\} \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\beta - \gamma) &= \frac{\cos \frac{1}{2}\{(\pi)_2 + (\pi)_1\}}{\cos \frac{1}{2}\{(\pi)_2 - (\pi)_1\}} \operatorname{tg} \frac{1}{2}\{(\Pi)_2 - (\Pi)_1\}, \end{aligned} \right\} 37)$$

in welchen offenbar mit Rücksicht auf 33) (pag. 191) geschrieben werden kann:

$$\left. \begin{aligned} (\pi)_1 &= s_1 t_1 + s_2 t_1^2 + s_3 t_1^3 + \dots \\ (\pi)_2 &= s_1 t_2 + s_2 t_2^2 + s_3 t_2^3 + \dots \\ (\Pi)_1 &= \Pi_0 + S_1 t_1 + S_2 t_1^2 + \dots \\ (\Pi)_2 &= \Pi_0 + S_1 t_2 + S_2 t_2^2 + \dots \end{aligned} \right\} 38)$$

Da der Bogen  $(\Pi)_2 - (\Pi)_1$  innerhalb der gesetzten Genauigkeitsgrenzen nur bis auf Glieder zweiter Ordnung inclusive genau gefunden werden kann, so wird man für die Bögen  $\beta$  und  $\gamma$  keiner grösseren Annäherung bedürfen, daher setzen können.

$$\begin{aligned} (\beta + \gamma) &= \frac{(\pi)_2 + (\pi)_1}{(\pi)_2 - (\pi)_1} \{(\Pi)_2 - (\Pi)_1\} \\ (\beta - \gamma) &= (\Pi)_2 - (\Pi)_1; \end{aligned}$$

oder auch:

$$\left. \begin{aligned} \beta &= \frac{(\pi)_2}{(\pi)_2 - (\pi)_1} \{ (H)_2 - (H)_1 \} \\ \gamma &= \frac{(\pi)_1}{(\pi)_2 - (\pi)_1} \{ (H)_2 - (H)_1 \}. \end{aligned} \right\} 39)$$

Führt man nun in diesen Relationen die Werthe nach 38) (pag. 192) ein, setzt wie früher  $t_2 - t_1 = \tau$  und entwickelt nach Potenzen von  $\tau$ , so findet sich:

$$\left. \begin{aligned} \beta &= S_1 t_1 + (2 S_2 - \frac{s_2}{s_1} S_1) t_1^2 + \{ S_1 + (3 S_2 - \frac{s_2}{s_1} S_1) t_1 \} \tau + S_2 \tau^2 \\ \gamma &= S_1 t_1 + (2 S_2 - \frac{s_2}{s_1} S_1) t_1^2 + \{ S_2 - \frac{s_2}{s_1} S_1 \} t_1 \tau. \end{aligned} \right\} 40)$$

Bezeichnet man mit  $\Pi$  den aufsteigenden Knoten der beweglichen Ekliptik in der fixen zur Zeit  $t_1$ , so ist offenbar der Bogen  $J\mathcal{V}_1$  bestimmt durch:

$$J\mathcal{V}_1 = \mathcal{V}_1 L - JL = 180^\circ - \Pi; \quad 41)$$

hierbei ist  $JL$  mit  $\beta$  identisch, während  $\mathcal{V}_1 L$  den Bogen  $b$  (vgl. Gleichung 10) pag. 160) zur Zeit  $t_1$  darstellt, wenn in diesen Formeln statt  $\psi$  und  $\mathcal{A}\varepsilon$  die durch die Gleichungen 23) (pag. 189) bestimmten Bogen  $\psi_1$  und  $\mathcal{A}\varepsilon_1$  eingeführt werden; man erhält sonach:

$$\Pi = 180^\circ - b + \beta; \quad 42)$$

da aber nach 2) (pag. 158), wenn man die Nutation, wie es hier vorausgesetzt ist, fortlässt:

$$(\mathcal{I})_1 = 180 - (\Pi)_1 - b,$$

ist, so kann wohl auch geschrieben werden:

$$\Pi = (\Pi)_1 + (\mathcal{I})_1 + \beta;$$

durch Einsetzen der ersten Formeln in 17) (pag. 187) und 40) (pag. 193) wird für  $\Pi$  die Form:

$$\Pi = (\Pi_0 + \Sigma_0) + \Sigma_1 \tau + \Sigma_2 \tau^2, \quad 43)$$

erhalten, in welcher:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma_0 &= (\lambda_1 + 2 S_1) t_1 + (\lambda_2 + 3 S_2 - \frac{s_2}{s_1} S_1) t_1^2 \\ \Sigma_1 &= S_1 + (3 S_2 - \frac{s_2}{s_1} S_1) t_1 \\ \Sigma_2 &= S_2, \end{aligned} \right\} 44)$$

bedeuten, und womit für  $\Pi$  der für jede beliebige Ausgangsepoche  $t_1$  geltende Ausdruck aufgestellt erscheint.

Die Kenntnis des Winkels  $\pi$  wird ebenfalls leicht mit Hilfe der Napier'schen Gleichungen aus demselben sphärischen Dreiecke  $JKL$  (Figur II pag. 188) erhalten werden; es findet sich nämlich leicht:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi = \frac{\cos \frac{1}{2} (\gamma - \beta)}{\cos \frac{1}{2} (\gamma + \beta)} \operatorname{tg} \frac{1}{2} \{ (\pi)_2 - (\pi)_1 \}.$$

Will man hier die Entwicklung bis auf Glieder dritter Ordnung inclusive treiben, so wird man, da die Tangenten selbst erster Ordnung sind, in den Cosinus nur die Glieder zweiter Ordnung mitnehmen müssen und zu setzen haben:

$$\cos \frac{1}{2} (\gamma - \beta) = 1 - \frac{1}{2} S_1^2 \tau^2, \quad \cos \frac{1}{2} (\gamma + \beta) = 1 - \frac{1}{2} S_1^2 (2 t_1 + \tau)^2:$$

andererseits hätte man für den Übergang von den Tangenten auf die Bogen die diesbezüglichen Glieder dritter Ordnung mitzunehmen, da aber die Entwicklung des Bruches die Einheit als Anfangsglied enthält, so ist es klar, dass diese beiden Glieder dritter Ordnung rechts und links vom Gleichheitszeichen gleich werden und sich gegenseitig aufheben; man kann daher auch, ohne die gesetzten Genauigkeitsgrenzen zu verletzen, schreiben:

$$\pi = \frac{1 - \frac{1}{2} S_1^2 \tau^2}{1 - \frac{1}{2} S_1^2 (2 t_1 + \tau)^2} \{(\pi)_2 - (\pi)_1\}. \quad 45)$$

Die Substitution der Werthe  $(\pi)_2$  und  $(\pi)_1$  aus 38) (pag. 192) ergibt für  $\pi$  einen nach Potenzen von  $\tau$  geordneten Ausdruck von der Gestalt:

$$\pi = \sigma_1 \tau + \sigma_2 \tau^2 + \sigma_3 \tau^3 + \dots, \quad 46)$$

in welchem Ausdrücke nun zu setzen ist:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= s_1 + 2 s_2 t_1 + (3 s_3 + \frac{1}{2} s_1 S_1^2) t_1^2 \\ \sigma_2 &= s_2 + (3 s_3 + \frac{1}{2} s_1 S_1^2) t_1 \\ \sigma_3 &= s_3. \end{aligned} \right\} \quad 47)$$

Man kann nun auch die allgemein gültigen Ausdrücke für  $\operatorname{tg} \pi \sin \Pi$  und  $\operatorname{tg} \pi \cos \Pi$  aufstellen und sich hierzu der Relationen 35) (pag. 192) sofort bedienen, wenn man nur in diesen einsetzt:

$$\begin{array}{lllll} \text{statt } \Pi_0 \text{ den Werth: } \Pi_0 + \Sigma_0 &= \Pi_0 + (\lambda_1 + 2 S_1) t_1 + (\lambda_2 + 3 S_2 - \frac{s_2}{s_1} S_1) t_1^2 \\ \text{,, } S_1 \text{ ,, ,, } \Sigma_1 &= S_1 + (3 S_2 - \frac{s_2}{s_1} S_1) t_1 \\ \text{,, } S_2 \text{ ,, ,, } \Sigma_2 &= S_2 \\ \text{,, } s_1 \text{ ,, ,, } \sigma_1 &= s_1 + 2 s_2 t_1 + (3 s_3 + \frac{1}{2} s_1 S_1^2) t_1^2 \\ \text{,, } s_2 \text{ ,, ,, } \sigma_2 &= s_2 + (3 s_3 + \frac{1}{2} s_1 S_1^2) t_1 \\ \text{,, } s_3 \text{ ,, ,, } \sigma_3 &= s_3, \end{array}$$

dann erhält man in Rücksicht auf die die Schreibweise vereinfachenden Relationen 35) (pag. 192) sofort:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \pi \sin \Pi &= [p_1 + \{2 p_2 + s_1 \lambda_1 \cos \Pi_0\} t_1 + \{3 p_3 - \sin \Pi_0 (s_1^3 + 2 s_1 \lambda_1 S_1 + \frac{1}{2} s_1 \lambda_1^2) + \\ &\quad + \cos \Pi_0 (2 s_2 \lambda_1 + s_1 \lambda_2)\} t_1^2] \tau + \\ &\quad + [p_2 + \{3 p_3 - \sin \Pi_0 (s_1^3 + s_1 \lambda_1 S_1) + \cos \Pi_0 s_2 \lambda_1\} t_1] \tau^2 + p_3 \tau^3 \\ \operatorname{tg} \pi \cos \Pi &= [q_1 + \{2 q_2 - s_1 \lambda_1 \sin \Pi_0\} t_1 + \{3 q_3 - \cos \Pi_0 (s_1^3 + 2 s_1 \lambda_1 S_1 + \frac{1}{2} s_1 \lambda_1^2) - \\ &\quad - \sin \Pi_0 (2 s_2 \lambda_1 + s_1 \lambda_2)\} t_1^2] \tau + \\ &\quad + [q_2 + \{3 q_3 - \cos \Pi_0 (s_1^3 + s_1 \lambda_1 S_1) - \sin \Pi_0 s_2 \lambda_1\} t_1] \tau^2 + q_3 \tau^3. \end{aligned} \right\} \quad 48)$$

Es wird nun ganz leicht sein, auch den Ausdruck der allgemeinen Präcession für die willkürliche Anfangsepoche  $t_1$  aufzustellen. In der Figur II (pag. 188) ist der Construction nach  $\mathcal{V}_1 J = f_2 J$ , somit die allgemeine Präcession  $l$  für die Zeit  $\tau$  dargestellt durch:

$$l = f_2 \mathcal{V}_2 = \mathcal{V}_1 J - \mathcal{V}_2 J = \mathcal{V}_1 L - \mathcal{V}_2 K - (\beta - \gamma).$$

Nun sind die Bogen  $\mathcal{V}_1 L$  und  $\mathcal{V}_2 K$  die für die Zeiten  $t_1$  und  $t_2$  geltenden Werthe

von  $b$  (vergl. 10) pag. 160), bezeichnet man daher die Summen  $b_1 + b_2 + b_3$  für die erstere Zeit mit  $B_1$ , für die letztere mit  $B_2$ , so ist offenbar:

$$l = 180^\circ - (II)_1 + \psi_1 + B_1 - \{180 - (II)_2 + \psi_2 + B_2\} - (\beta - \gamma),$$

oder auch:

$$l = (II)_2 - (II)_1 - (\psi_2 - \psi_1) + B_1 - B_2 - (\beta - \gamma).$$

Der Bogen:  $(II)_2 - (II)_1 - \beta + \gamma$  lässt sich aber leicht bis auf Grössen dritter Ordnung inclusive richtig angeben; die zweite Gleichung in 37) (pag. 192) nämlich lässt sich, da die Entwicklung des die Cosinusfunctionen enthaltenden Factors mit der Einheit als Anfangsglied beginnt, innerhalb der gesetzten Genauigkeitsgrenzen schreiben:

$$(\beta - \gamma) = \frac{\cos \frac{1}{2} \{(\pi)_2 + (\pi)_1\}}{\cos \frac{1}{2} \{(\pi)_2 - (\pi)_1\}} \{(II)_2 - (II)_1\};$$

man hat sonach:

$$l = \psi_1 + B_1 - (\psi_2 + B_2) + \{(II)_2 - (II)_1\} \left\{ 1 - \frac{\cos \frac{1}{2} \{(\pi)_2 + (\pi)_1\}}{\cos \frac{1}{2} \{(\pi)_2 - (\pi)_1\}} \right\},$$

wofür aber mit Rücksicht auf 2) (pag. 158) und 38) (pag. 192) auch geschrieben werden darf:

$$l = \lambda_1 t_2 + \lambda_2 t_2^2 + \lambda_3 t_2^3 - (\lambda_1 t_1 + \lambda_2 t_1^2 + \lambda_3 t_1^3) + \frac{1}{2} \{(II)_2 - (II)_1\} (\pi)_1 (\pi)_2.$$

oder nach Potenzen von  $\tau$  entwickelt:

$$l = L_1 \tau + L_2 \tau^2 + L_3 \tau^3, \quad 49)$$

wobei zu setzen ist:

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= \lambda_1 + 2\lambda_2 t_1 + (3\lambda_3 + \frac{1}{2} s_1^2 S_1) t_1^2 \\ L_2 &= \lambda_2 + (3\lambda_3 + \frac{1}{2} s_1^2 S_1) t_1 \\ L_3 &= \lambda_3. \end{aligned} \right\} \quad 50)$$

Hiermit erscheint die Entwicklung jener Hilfsgrössen beendet, die bei Berechnungen, denen die Ekliptik als Fundamentalebene zu Grunde gelegt wird, von Wichtigkeit sind: es sollen aber noch einige Entwicklungen vorgenommen werden, welche analoge Hilfsgrössen für den Äquator ergeben. Hierbei kommt das sphärische Dreieck  $\gamma A c$  (Figur I pag. 125) in Betracht. Bezeichnet man

$$\begin{array}{ll} \text{die Seite: } \gamma A \text{ mit: } P = 90^\circ - p. & \text{den Winkel: } \gamma c A \text{ mit: } \epsilon_0' + \Delta \epsilon. \\ \text{,, } c A \text{ ,, } Q = 90^\circ - q. & \text{,, } c \gamma A \text{ ,, } 180^\circ - \epsilon_0'. \\ \text{,, } \gamma c \text{ ,, } l. & \text{,, } \gamma A c \text{ ,, } n. \end{array}$$

von welchen Bezeichnungen sich die der beiden ersten Seiten aus dem Umstande erklärt, dass die Bogen  $P$  und  $Q$  vermöge der nahe parallelen Fortschiebung des Äquators auf der Ekliptik nahezu den Werth eines rechten Winkels erhalten, sonach die Bogen  $p$  und  $q$  kleine Grössen werden, so ist  $l$  die lunisolare Präcession, deren Ausdruck die Gleichung 24) pag. 189 ergibt.  $\epsilon_0'$  die lunisolare Schiefe (vergl. Gleichung 28 pag. 190) zur Zeit der beliebig zu wählenden Ausgangsepoche  $t_1$ ,  $\Delta \epsilon$  das Increment der letzteren in der Zeit  $(t_2 - t_1) = \tau$ . Bei  $A$  ist der auf-

weglichen Äquators in Bezug auf den fixen,  $n$  ist die gegenseitige Neigung; man wird daher wie oben zu setzen haben:

$$\left. \begin{aligned} l' &= L_1' \tau + L_2' \tau^2 + L_3' \tau^3 \\ \varepsilon' &= \varepsilon_0' + H_2' \tau^2 + H_3' \tau^3. \end{aligned} \right\} \quad 51)$$

Die Napier'schen Gleichungen auf das oben erwähnte sphärische Dreieck angewandt ergeben:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(p+q) &= -\frac{\sin \frac{1}{2} \Delta \varepsilon}{\sin(\varepsilon_0' + \frac{1}{2} \Delta \varepsilon) \operatorname{tg} \frac{1}{2} l'} \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}(p-q) &= \frac{\cos(\varepsilon_0' + \frac{1}{2} \Delta \varepsilon)}{\cos \frac{1}{2} \Delta \varepsilon} \operatorname{tg} \frac{1}{2} l'. \end{aligned} \right\} \quad 52)$$

Für die erstere Gleichung ist wegen des im Nenner erscheinenden Factors  $\operatorname{tg} \frac{1}{2} l'$  mit Hilfe der vorhandenen Coefficienten eine Entwicklung nur bis auf Grössen zweiter Ordnung inclusive genau möglich, während die zweite Gleichung die Bestimmung bis auf Grössen dritter Ordnung inclusive gestattet; für die folgenden Entwicklungen wird diese Genauigkeit auch nöthig sein. Denkt man sich in der Zeichnung (Fig. I, pag. 125) den Bogen  $\mathcal{A}\mathcal{V}$  auf den Bogen  $AA_1$  von  $A$  aus aufgetragen, so wird der Endpunkt etwa bei  $g$  liegen, es ist demnach:

$$\mathcal{V}A = gA.$$

Der Bogen  $g\mathcal{V}$ , spielt demnach im Äquator eine ähnliche Rolle wie die allgemeine Präcession in der Ekliptik und wird deshalb die allgemeine Präcession im Äquator genannt. Dieser Bogen, der durch  $m$  bezeichnet werden soll, wird sich leicht bestimmen lassen, denn es ist, wenn man bedenkt, dass  $c\mathcal{V}$  die Präcession durch die Planeten  $a$  ist, offenbar der Construction nach:

$$m = Q - P - a = p - q - a. \quad 53)$$

Wie man sieht, werden bei der Bestimmung von  $p - q$  in der That die Glieder dritter Ordnung nöthig. Den Winkel  $n$  wird man leicht mit Hilfe der Relation:

$$\sin n = \frac{\sin(\varepsilon_0' + \Delta \varepsilon)}{\sin P} \sin l' = \frac{\sin(\varepsilon_0' + \Delta \varepsilon)}{\cos p} \sin l', \quad 54a)$$

oder auch nach:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} n = \operatorname{tg}(\varepsilon_0' + \frac{1}{2} \Delta \varepsilon) \frac{\sin \frac{1}{2}(p-q)}{\cos \frac{1}{2}(p+q)}, \quad 54b)$$

finden können. Entwickelt man nun die Ausdrücke 52), 53) und 54) nach steigenden Potenzen von  $\tau$ , so findet sich mit Rücksicht auf 31) (pag. 191):

$$\left. \begin{aligned} p+q &= -\frac{2H_2'}{L_1' \sin \varepsilon_0'} \tau + \frac{2H_2' L_2' - 2H_3' L_1'}{L_1'^2 \sin \varepsilon_0'} \tau^2, \\ p-q &= \cos \varepsilon_0' L_1' \tau + \cos \varepsilon_0' L_2' \tau^2 + \left\{ \cos \varepsilon_0' L_3' - \frac{1}{2} \sin \varepsilon_0' H_2' L_1' + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2} \cos \varepsilon_0' \sin \varepsilon_0'^2 L_1'^3 \right\} \tau^3, \\ n &= \sin \varepsilon_0' L_1' \tau + \sin \varepsilon_0' L_2' \tau^2 + \left\{ \sin \varepsilon_0' L_3' + \frac{1}{2} \cos \varepsilon_0' H_2' L_1' + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2} \frac{H_2'^2}{L_1' \sin \varepsilon_0'} - \frac{1}{24} \sin \varepsilon_0' \cos \varepsilon_0'^2 L_1'^3 \right\} \tau^3 \\ P &= 90^\circ + \left\{ \frac{H_2'}{L_1' \sin \varepsilon_0'} - \frac{1}{2} \cos \varepsilon_0' L_1' \right\} \tau + \left\{ \frac{H_3' L_1' - H_2' L_2'}{L_1'^2 \sin \varepsilon_0'} - \frac{1}{2} \cos \varepsilon_0' L_2' \right\} \tau^2 \\ m &= \left\{ \cos \varepsilon_0' L_1' - A_1' \right\} \tau + \left\{ \cos \varepsilon_0' L_2' - A_2' \right\} \tau^2 + \left\{ \cos \varepsilon_0' L_3' - \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{2} \sin \varepsilon_0' H_2' L_1' + \frac{1}{24} \cos \varepsilon_0' \sin \varepsilon_0'^2 L_1'^3 - A_3' \right\} \tau^3. \end{aligned} \right\} \quad 55)$$

Bei der numerischen Rechnung hat man wohl zu beachten, dass für  $\varepsilon_0'$  nach 28) (pag. 190) zu setzen ist:

$$\varepsilon_0' = \varepsilon_0 + \eta_1 t_1 + \eta_2 t_1^2 + \eta_3 t_1^3:$$

es wird daher anzunehmen sein:

$$\left. \begin{aligned} \cos \varepsilon_0' &= \cos \varepsilon_0 - \sin \varepsilon_0 \eta_1 t_1 - (\sin \varepsilon_0 \eta_2 + \frac{1}{2} \cos \varepsilon_0 \eta_1^2) t_1^2 \\ \sin \varepsilon_0' &= \sin \varepsilon_0 + \cos \varepsilon_0 \eta_1 t_1 + (\cos \varepsilon_0 \eta_2 - \frac{1}{2} \sin \varepsilon_0 \eta_1^2) t_1^2 \\ \frac{1}{\sin \varepsilon_0'} &= \frac{1}{\sin \varepsilon_0} - \frac{\cotg \varepsilon_0}{\sin \varepsilon_0} \eta_1 t_1 \end{aligned} \right\} 56)$$

Die folgende Zusammenstellung enthält die Resultate der numerischen Substitution in den diesbezüglichen Formeln gleichzeitig mit dem Hinweis auf die betreffende Formel:

$$\left. \begin{aligned} (\text{vergl. 49) pag. 195) } l &= \{+ 5023''572 + 2''2582 t_1 + 0''00093 t_1^2\} \tau + \\ &\quad + \{+ 1''1291 + 0''00093 t_1\} \tau^2 + 0''00032 \tau^3. \\ (\text{vergl. 20) pag. 188) } \varepsilon &= \{23^\circ 27' 31''83 - 47''594 t_1 - 0''0143 t_1^2 + 0''00204 t_1^3\} + \\ &\quad + \{- 47''594 - 0''0287 t_1 + 0''00612 t_1^2\} \tau + \\ &\quad + \{- 0''0143 + 0''00612 t_1\} \tau^2 + 0''00204 \tau^3. \\ (\text{vergl. 24) pag. 189) } l' &= \{+ 5037''032 + 0''5007 t_1 + 0''00001 t_1^2\} \tau + \\ &\quad + \{- 1''0888 - 0''00177 t_1\} \tau^2 - 0''00174 \tau^3. \\ (\text{vergl. 28) pag. 190) } \varepsilon' &= \{23^\circ 27' 31''83 - 47''594 t_1 - 0''0143 t_1^2 + 0''00204 t_1^3\} + \\ &\quad + \{+ 0''0713 - 0''00936 t_1\} \tau^2 - 0''00786 \tau^3. \\ (\text{vergl. 31) pag. 191) } a &= \{+ 14''673 - 1''9173 t_1 - 0''00081 t_1^2\} \tau + \\ &\quad + \{- 2''4184 - 0''00261 t_1\} \tau^2 - 0''00212 \tau^3. \\ (\text{vergl. 43) pag. 193) } \Pi &= \{173^\circ 0' 12'' + 3287''0 t_1 + 0''87 t_1^2\} + \\ &\quad + \{- 868''3 - 0''26 t_1\} \tau + 0''11 \tau^2. \\ (\text{vergl. 46) pag. 194) } \pi &= \{+ 47''951 - 0''0650 t_1 + 0''00000 t_1^2\} \tau + \\ &\quad + \{- 0''0325 + 0''00000 t_1\} \tau^2 - 0''00014 \tau^3. \\ (\text{vergl. 48) } \left\{ \begin{aligned} \text{tg } \pi \sin \Pi &= \{+ 5''841 - 0''7663 t_1 + 0''00009 t_1^2\} \tau + \\ &\quad + \{+ 0''1964 + 0''00069 t_1\} \tau^2 - 0''00023 \tau^3. \\ \text{pag. 194) } \left\{ \begin{aligned} \text{tg } \pi \cos \Pi &= \{- 47''594 - 0''0287 t_1 + 0''00614 t_1^2\} \tau + \\ &\quad + \{+ 0''0568 - 0''00316 t_1\} \tau^2 + 0''00054 \tau^3. \\ (\text{vergl. 55) pag. 196) } \left\{ \begin{aligned} m &= \{+ 4606''029 + 2''8393 t_1 + 0''00088 t_1^2\} \tau + \\ &\quad + \{+ 1''4196 + 0''00088 t_1\} \tau^2 + 0''03657 \tau^3. \\ n &= \{+ 2005''193 - 0''8669 t_1 - 0''00048 t_1^2\} \tau + \\ &\quad + \{- 0''4334 - 0''00048 t_1\} \tau^2 - 0''04182 \tau^3. \\ P &= 90^\circ + \{- 2303''0 - 1''42 t_1\} \tau - 0''31 \tau^2. \end{aligned} \right. \end{aligned} \right. \end{aligned} \right\} 57)$$

Zu dieser Zusammenstellung wäre in Erinnerung zu bringen, dass  $t_1$  die beliebig zu wählende Ausgangsepoche darstellt,  $\tau$  die seit jener verflossene Zeit;  $t_1$  und  $\tau$  werden in Einheiten des julianischen Jahrhunderts auszudrücken sein, und zwar wird  $t_1$  von der Ausgangsepoche 1850-0 gezählt.

### B. Präcession.

Die säcularen Änderungen der Fundamentalebene und die durch dieselben veranlassten Präcessionserscheinungen lassen sich, wie dies die vorstehenden Entwicklungen zeigen, durch die Form:

$$p' = at + bt^2 + ct^3 + \dots$$

darstellen, d. h. nach steigenden Potenzen der Zeit entwickeln. Bei den Untersuchungen des vorangehenden Kapitels wurde als Zeiteinheit das julianische Jahrhundert gewählt, es erweist sich aber für die Rechnung der Präcession als vortheilhafter, das tropische Jahr als Einheit einzuführen. Der Anfang des tropischen Jahres wird nach Bessel's Vorgange mit dem Augenblicke zusammenfallend gedacht, in welchem die mittlere Länge der Sonne mehr dem constanten Theile der Aberration ( $-20''48$ ) den Werth  $280^\circ$ , gezählt vom zugehörigen mittleren Äquinocmium, annimmt. Die in den Ephemeriden enthaltenen Reductionsgrößen zur Übertragung vom mittleren Äquinocmium des Jahresanfanges auf das scheinbare gelten für den eben definirten Jahresanfang (dies reductus). Es wird sich daher die Aufgabe stellen, die Relation zwischen dem julianischen Jahr  $j$  und dem tropischen zu ermitteln. Für die mittlere tropische Länge der Sonne, die mit  $L'$  bezeichnet werden soll und bis auf den constanten Theil der Aberration mit dem Symbole  $g' + \omega' + \Omega$  des vorangehenden Abschnittes identisch wird, hat man nach Le-Verrier's Sonnentafeln mit Benützung der oben (vergl. Gleichung 10) pag. 186) angegebenen Präcessionswerthe anzunehmen:

$$L' = 280^\circ 46' 43'' 51 + 1296027'' 6784j + 0'' 00011072j^2 + 0'' 000 000 000 32j^3, \quad 1a)$$

wofür in den folgenden Entwicklungen gesetzt werden soll:

$$L' = a_0 + a_1j + a_2j^2 + a_3j^3. \quad 1b)$$

In diesem Ausdrucke stellt  $j$  die seit der Epoche 1850 Januar 1.0 mittlere Pariser Zeit verflossene Zeit in Einheiten des julianischen Jahres dar. Um nun diejenigen Werthe von  $j$  zu finden, welche die Eigenschaft haben,  $L' = 280^\circ$  zu machen und daher auch die Zeitmomente des Anfanges des tropischen Jahres nach der obigen Definition anzugeben, soll das folgende Verfahren eingeschlagen werden. Es sei  $J_0$  ein Werth, welcher der Gleichung:

$$a_0 + a_1J_0 - x \cdot 360^\circ = 280^\circ, \quad 2)$$

genügt, hierbei soll  $x$  eine positive oder negative ganze Zahl, die Null mit eingeschlossen, darstellen.  $J_0$  würde nur dann dem Werthe von  $j$  streng entsprechen, wenn die Änderung von  $L'$  durchaus linear wäre, thatsächlich ist der Fehler dieser letzteren Voraussetzung sehr gering und setzt man:

$$J_0 + i = j, \quad 3)$$



so wird  $i$  innerhalb der in Betracht kommenden Zeiträume stets als eine sehr kleine Grösse zu betrachten sein. Die Substitution des Werthes 3) in 1b) ergibt für die Bedingung des Jahresanfanges:

$$a_0 + a_1 (J_0 + i) + a_2 (J_0 + i)^2 + a_3 (J_0 + i)^3 - x \cdot 360^\circ = 280^\circ. \quad 4)$$

Subtrahirt man nun von dieser Gleichung die Gleichung 2) und setzt in beiden Fällen denselben Werth von  $x$  voraus, was durch die Annahme über die Kleinheit von  $i$  gerechtfertigt erscheint, so erhält man einen Ausdruck von der Gestalt:

$$i = m_1 + m_2 i^2 + m_3 i^3, \quad 5)$$

in welchem zu setzen ist:

$$\left. \begin{aligned} -m_1 &= \frac{a_2 J_0^2 + a_3 J_0^3}{a_1 + 2a_2 J_0 + 3a_3 J_0^2}, & -m_2 &= \frac{a_2 + 3a_3 J_0}{a_1 + 2a_2 J_0 + 3a_3 J_0^2}, \\ -m_3 &= \frac{a_3}{a_1 + 2a_2 J_0 + 3a_3 J_0^2}. \end{aligned} \right\} \quad 6)$$

Denkt man sich nun  $i$  nach steigenden Potenzen von  $J_0$  entwickelt, und bleibt bei der dritten Potenz inclusive stehen, so ist  $i$ , wie dies der Ausdruck  $m_1$  in 6) lehrt, sofort zweiter Ordnung in Bezug auf  $J_0$ , man kann daher in 5) schon das zweite Glied als vierter Ordnung weglassen und erhält sonach:

$$i = m_1 = -\frac{a_2}{a_1} J_0^2 + \left\{ 2 \left( \frac{a_2}{a_1} \right)^2 - \frac{a_3}{a_1} \right\} J_0^3 + \dots \quad 7)$$

Die Zeit  $T$ , zu welcher das Argument  $L'$  den Werth  $280^\circ$  erreicht, ist daher bestimmt durch:

$$T = J_0 + i = \frac{360^\circ}{a_1} x + \frac{280^\circ - a_0}{a_1} - \frac{a_2}{a_1} J_0^2 + \left\{ 2 \left( \frac{a_2}{a_1} \right)^2 - \frac{a_3}{a_1} \right\} J_0^3 + \dots \quad 8)$$

hierbei ist für die erste Potenz von  $J_0$  der Werth nach 2) (pag. 198) eingesetzt; benützt man denselben zur Eliminirung von  $J_0^2$  und  $J_0^3$  und setzt abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_0 &= \frac{280^\circ - a_0}{a_1}, & A_0 &= \alpha_0 (1 + \alpha_0 \alpha_2 + \alpha_0^2 \alpha_3) \cdot 365.25 \\ \alpha_1 &= \frac{129 \ 6000''}{a_1}, & A_1 &= \alpha_1 (1 + 2\alpha_0 \alpha_2 + 3\alpha_0^2 \alpha_3) \cdot 365.25 \\ \alpha_2 &= -\frac{a_2}{a_1}, & A_2 &= \alpha_1^2 \{ \alpha_2 + 3\alpha_0 \alpha_3 \} \cdot 365.25 \\ \alpha_3 &= 2 \left( \frac{a_2}{a_1} \right)^2 - \frac{a_3}{a_1}, & A_3 &= \alpha_1^3 \alpha_3 \cdot 365.25, \end{aligned} \right\} \quad 9)$$

so erhält man die Bestimmung der Zeit  $T$ , zu welcher das Argument  $L'$  der Null gleich wird. in Einheiten des mittleren Sonnentages gezählt von der Ausgangs-epoche 1850 Januar 1.0 mittlere Pariser Zeit durch:

$$T = A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3 + \dots, \quad 10a)$$

in diesem Ausdrücke stellt  $x$  eine beliebige positive oder negative ganze Zahl, die Null mit eingeschlossen, dar;  $x$  bezeichnet auch die seit dem tropischen Jahresanfang des Jahres 1850 verflossenen tropischen Jahre und wird in dieser Deutung jeden beliebigen Zahlenwerth annehmen dürfen.

Die numerische Substitution ergibt:

$$T = -0.790093 + 365.2421996x - 0.000\,000\,03120x^2 - \left. \begin{array}{l} \\ - 0.000\,000\,000\,090x^3; \end{array} \right\} \text{ 10b)}$$

für das erste Glied wird man, als Ausgangspunkt der Zählung den ersten Januar 1850 mittlere Greenwicher Zeit annnehmend, zu setzen haben: — 0.796586, hierbei ist der Längenunterschied zwischen Paris und Greenwich nach den neuesten Bestimmungen  $9^m 21^s 02$  angesetzt worden; wenn man dagegen den Berliner Meridian (Berlin  $44^m 13^s 88$  Ost von Paris) als Normalmeridian wählt, hätte man für das erste Glied — 0.759 377 anzunehmen.

Mit Hilfe der Gleichung 10a) wird es nun nicht schwer sein, die in den Präcessionsausdrücken auftretende Grösse  $t$ , welche als Einheit das julianische Jahrhundert hat, durch das tropische Jahr  $x$  zu ersetzen; man wird nämlich, wenn man das durch  $t$  angezeigte Zeitintervall in Tagen ansetzt, um dieser neuen Einheit (Tag) entsprechend, nichts an den Präcessionsausdrücken zu ändern, die diesbezüglichen Coëfficienten je nach der Potenz von  $t$  mit 36525,  $(36525)^2$  und  $(36525)^3$  zu dividiren haben; nun ist aber das Zeitintervall in Tagen ausgedrückt durch 10a) (pag. 199), man hat sonach in den Präcessionsformeln zu setzen:

$$t = \frac{1}{36525} (A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3). \quad 11)$$

In denjenigen Ausdrücken aber, für welche als beliebige Ausgangsepoche die Zeit  $t_1$  gesetzt wurde und in welchen die von dieser Epoche an gezählte Zeit  $\tau = t_2 - t_1$  eingeführt wird, treten die beiden Zeitgrössen  $t_1$  und  $\tau$  auf; setzt man nun in analoger Weise für die Ausgangsepoche  $x_1$  und für das Zeitintervall  $x_2 - x_1 = \xi$ , so wird man, um die Übertragung auf das tropische Jahr zu bewerkstelligen, in den obigen Präcessionsausdrücken 57) (pag. 197) zu setzen haben:

$$\left. \begin{array}{l} t_1 = \frac{1}{36525} \{A_0 + A_1 x_1 + A_2 x_1^2 + A_3 x_1^3\} \\ \tau = \frac{1}{36525} \{A_1 \xi + 2A_2 \xi x_1 + A_2 \xi^2 + 3A_3 \xi^2 x_1 + 3A_3 \xi x_1^2 + A_3 \xi^3\}. \end{array} \right\} \text{ 12)}$$

Bevor jedoch die Resultate dieser Transformation mitgetheilt werden, soll noch die häufig benützte Relation des tropischen Jahresanfanges gegen den Januar 0 des zugehörigen gregorianischen Jahres abgeleitet werden. Schreibt man die Jahreszahl des gregorianischen Jahres  $t_g$  in der Form:

$$t_g = (4\sigma + \varrho) 100 + (4q + r),$$

wobei an  $r$  die Bedingung geknüpft wird, dass dasselbe nur die Zahlenwerthe 1, 2, 3 oder 4 (niemals Null, was in den Jahren, deren beide Endziffern 00 sind, besonders zu beachten ist),  $\varrho$  aber nur die Werthe 0, 1, 2, 3 annehmen darf und  $4q + r$  das Jahr im Säculum darstellt, so sind die zwischen dem Januar 0 des Jahres 1850 und dem Januar 0 des Jahres  $t_g$  verflossenen Tage bestimmt durch:

$$365.25 (t_g - 1850) - \frac{1}{4}r + \{14.5 - 3\sigma - \varrho\}; \quad 13)$$

das letzte in der Klammer eingeschlossene Glied ist für jedes Säculum constant und wird z. B. für das gegenwärtige Jahrhundert den Werth 0.5, von 1901 ab den Werth — 0.5 annehmen. Subtrahirt man nun den Ausdruck 13) von 10b), nachdem der letztere auf den Meridian von Greenwich reducirt ist, setzt  $x = (tg - 1850)$  und bezeichnet mit  $r$  den Rest aus der Division der Jahreszahl durch 4, welcher jedoch im Falle der Theilbarkeit nicht 0 sondern 4 zu nehmen ist, so erhält man den tropischen Jahresanfang:

$$\left\{ \begin{aligned} & \{ (+ 0.20341 - 14.5 + 3\sigma + \varrho) - 0.0078004x - 0.0312\left(\frac{x}{1000}\right)^2 - \\ & - 0.0009\left(\frac{x}{1000}\right)^3 + \frac{1}{4}r \} \text{ Januar mittlere Greenwicher Zeit.} \end{aligned} \right\} \quad 14)$$

Die Berechnung dieses einfachen Ausdruckes kann umgangen werden, indem man von der später zu erläuternden Tafel X<sub>A</sub> Gebrauch macht; dieselbe gibt in der mit I<sub>A</sub> überschriebenen Columnne die mittlere Länge der Sonne für den Januar 0.0 mittlere Greenwicher Zeit, wenn jedoch das zugehörige Jahr ein Schaltjahr ist, für Januar 1.0; dieselbe ist in einem Masse verstanden, dessen Einheit ein Hunderttheil der Peripherie ist und enthält nicht den constanten Theil der Aberration. Mit Rücksicht auf diese Umstände wird demnach die Umsetzung des Argumentes I in Tagesbruchtheile mit Hilfe der folgenden Tafel vorgenommen werden können und Resultate liefern, deren Fehler höchstens wenige Einheiten der dritten Decimale des Tages betragen können, was eine für die vorliegenden Zwecke genügende Genauigkeit ist.

| Argument. I | Januar mittlere Greenwicher Zeit |               | P. p. |       |       |
|-------------|----------------------------------|---------------|-------|-------|-------|
|             | gemeines Jahr                    | Schaltjahr    |       | 365   | 366   |
| 77.4        | + 1.386 — 366                    | + 2.386 — 366 | 1     | 36.5  | 36.6  |
| 77.5        | + 1.020 — 365                    | + 2.020 — 365 | 2     | 73.0  | 73.2  |
| 77.6        | + 0.655 — 365                    | + 1.655 — 365 | 3     | 109.5 | 109.8 |
| 77.7        | + 0.290 — 365                    | + 1.290 — 365 | 4     | 146.0 | 146.4 |
| 77.8        | — 0.075 — 366                    | + 0.925 — 366 | 5     | 182.5 | 183.0 |
| 77.9        | — 0.441 — 365                    | + 0.559 — 365 | 6     | 219.0 | 219.6 |
| 78.0        | — 0.806 — 365                    | + 0.194 — 365 | 7     | 255.5 | 256.2 |
| 78.1        | — 1.171 — 365                    | — 0.171 — 365 | 8     | 292.0 | 292.8 |
| 78.2        | — 1.536 — 365                    | — 0.536 — 365 | 9     | 328.5 | 329.4 |

Es sei z. B. der tropische Jahresanfang zu suchen für:

|                                                                          |                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1616                                                                     | 2173                                                                             |
| Tafel X <sub>A</sub> . S 77.909                                          | 77.935                                                                           |
| $\left\{ \begin{array}{l} + 0.559 \\ 0 \\ - 0.032.8 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} - 0.441 \\ - 0.109.5 \\ - 0.018.2 \end{array} \right.$ |
| Jahresanfang: Januar + 0.526                                             | Januar — 0.569                                                                   |
| die Formel 14) gibt: + 0.527                                             | — 0.569.                                                                         |

Ersetzt man nun in den Formeln 57) (pag. 197)  $t_1$  und  $\tau$  nach den Formeln 12) (pag. 200), und schreibt dann statt  $x$  das Symbol  $t_0 - 1850$ , statt  $\xi$  aber  $t_1 - t_0$ , so erhält man die folgenden Ausdrücke, in denen also  $t_0 - 1850$  die seit dem tropischen Jahresanfang 1850 verflossenen tropischen Jahre darstellt und  $t_0$  daher die gewählte Ausgangsepöche bezeichnet, während  $t_1 - t_0$  die seit letzterer verflossenen tropischen Jahre ausdrückt. Zur Vermeidung einer übrigens nicht wahrscheinlichen Verwechslung sei noch bemerkt, dass das hier gebrauchte  $t_1$  mit jenem des vorangehenden Capitels nicht identisch ist.

$$\begin{aligned}
 l &= \{+ 50''23465 + 0''0002\,2580 (t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,093 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{+ 0''0001\,1290 + 0''0000\,0000\,093 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,032 (t_1 - t_0)^3, \\
 \varepsilon &= 23^\circ 27' 31''83 - 0''47593 (t_0 - 1850) - 0''0000\,0143 (t_0 - 1850)^2 + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,204 (t_0 - 1850)^3 + \\
 &\quad + \{- 0''47593 - 0''0000\,0287 (t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,612 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{- 0''0000\,0143 + 0''0000\,0000\,612 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,204 (t_1 - t_0)^3, \\
 l' &= \{+ 50''36924 + 0''0000\,5006 (t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,001 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{- 0''0001\,0888 - 0''0000\,0000\,177 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 - \\
 &\quad - 0''0000\,0000\,174 (t_1 - t_0)^3, \\
 \varepsilon' &= 23^\circ 27' 31''83 - 0''47593 (t_0 - 1850) - 0''0000\,0143 (t_0 - 1850)^2 + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,204 (t_0 - 1850)^3 + \\
 &\quad + \{+ 0''0000\,0713 - 0''0000\,0000\,936 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 - \\
 &\quad - 0''0000\,0000\,786 (t_1 - t_0)^3, \\
 u &= \{+ 0''14673 - 0''0001\,9172 (t_0 - 1850) - \\
 &\quad - 0''0000\,0000\,081 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{- 0''0002\,4183 - 0''0000\,0000\,261 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 - \\
 &\quad - 0''0000\,0000\,212 (t_1 - t_0)^3, \\
 II &= 173^\circ 0' 12'' + 32''869 (t_0 - 1850) + 0''000\,087 (t_0 - 1850)^2 + \\
 &\quad + \{- 8''683 - 0''000\,026 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0) + 0''000\,011 (t_1 - t_0)^2, \\
 \pi &= \{+ 0''47950 - 0''0000\,0650 (t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,000 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{- 0''0000\,0325 + 0''0000\,0000\,000 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 - \\
 &\quad - 0''0000\,0000\,014 (t_1 - t_0)^3, \\
 \text{tang } \pi \sin II &= \{+ 0''05841 - 0''0000\,7663 (t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,009 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{0''0000\,1964 + 0''0000\,0000\,069 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 - \\
 &\quad - 0''0000\,0000\,023 (t_1 - t_0)^3,
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

$$\begin{aligned}
 \text{tang } \pi \cos \Pi &= \{-0''47593 - 0''0000\,0287 (t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,614 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{+ 0''0000\,0568 - 0''0000\,0000\,316 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,054 (t_1 - t_0)^3, \\
 m &= \{+ 46''05931 + 0''0002\,8391 (t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000\,0000\,088 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{+ 0''0001\,4195 + 0''0000\,0000\,088 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + 0''0000\,0003\,657 (t_1 - t_0)^3, \\
 n &= \{+ 20''05150 - 0''0000\,8669 (t_0 - 1850) - \\
 &\quad - 0''0000\,0000\,048 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{- 0''0000\,4334 - 0''0000\,0000\,048 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 - \\
 &\quad - 0''0000\,0004\,182 (t_1 - t_0)^3, \\
 P &= 90^\circ + \{- 23''030 - 0''000\,142 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0) \\
 &\quad - 0''000\,031 (t_1 - t_0)^2.
 \end{aligned}$$

Durch die eben gegebenen Werthe wird es möglich sein, den Einfluss der säcularen Änderungen der Fundamentebenen auf die Bahnlage und auf den Ort

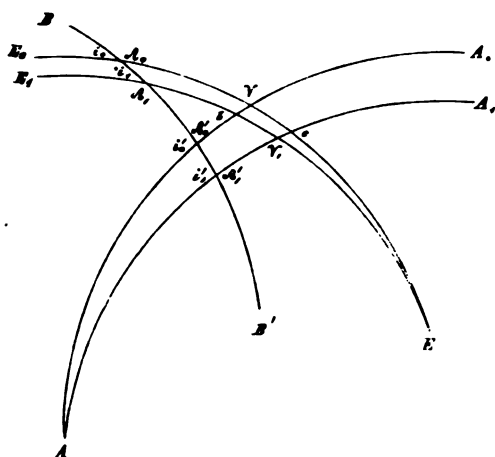


Fig. III.

der Gestirne zu bestimmen. Es sei in Fig. III ganz die in Fig. I (pag. 125) gewählte Bezeichnung beibehalten und der neu hinzugekommene Bogen  $BB'$  stelle ein Stück des grössten Kreises vor, den die vorgelegte Bahnebene im Durchschnitte mit der Himmelskugel bildet. Bei  $\Omega_0$  und  $\Omega_1$  sind beziehungsweise die aufsteigenden Knoten in der zur Zeit  $t_0$  und  $t_1$  stattfindenden Ekliptik; die Winkel  $E_0\Omega_0B$  und  $E_1\Omega_1B$  sind die zugehörigen Neigungen  $i_0$  und  $i_1$ . Die Neigungen werden hierbei nach der pag. 7 und 8 auseinander-

gesetzten Gauss'schen Zählweise zu nehmen sein, und es wird auf die sonst noch übliche sehr unzweckmässige Unterscheidung von directer und retrograder Bewegung keine Rücksicht genommen. Der Bogen:

$$\Omega_0\Omega_1 = A\omega = \omega_1 - \omega_0,$$

stellt die Änderung des Abstandes des Perihels vom Knoten dar, so weit diese von der Präcession abhängig ist. Bezeichnet man die analogen Grössen für den Äquator durch Accente, so hat man für die Ekliptik und den Äquator beziehungsweise die beiden sphärischen Dreiecke:

$$\Omega_0E\Omega_1 \quad \text{und} \quad \Omega_0'A\Omega_1',$$

zu betrachten; es sind in denselben für:

| die Ekliptik:                   |                   | den Äquator:        |                    |
|---------------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| Seiten                          | Winkel            | Seiten              | Winkel             |
| $\Omega_0 + 180^\circ - II$     | $180^\circ - i_1$ | $P - \Omega'_0$     | $i'_1$             |
| $\Omega_1 + 180^\circ - II - l$ | $i_0$             | $P - \Omega'_1 + m$ | $180^\circ - i'_0$ |
| $\Delta\omega$                  | $\pi$             | $\Delta\omega'$     | $n$                |

Die Napier'schen Gleichungen, auf das erstere sphärische Dreieck angewendet, führen zu den folgenden Relationen:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2} \{\Omega_1 - II - l + \Delta\omega\} &= \frac{\cos \frac{1}{2}(i_0 + \pi)}{\cos \frac{1}{2}(i_0 - \pi)} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\Omega_0 - II) \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} \{\Omega_1 - II - l - \Delta\omega\} &= \frac{\sin \frac{1}{2}(i_0 + \pi)}{\sin \frac{1}{2}(i_0 - \pi)} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\Omega_0 - II) \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}(i_1 - i_0) &= - \frac{\cos \frac{1}{2}(\Omega_0 + \Omega_1 - 2II - l)}{\cos \frac{1}{2}(\Omega_0 - \Omega_1 + l)} \operatorname{tg} \frac{1}{2}\pi, \end{aligned} \right\} 16)$$

während das letztere sphärische Dreieck die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2} \{\Omega'_1 - P - m + \Delta\omega'\} &= \frac{\cos \frac{1}{2}(i'_0 + n)}{\cos \frac{1}{2}(i'_0 - n)} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\Omega'_0 - P) \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} \{\Omega'_1 - P - m - \Delta\omega'\} &= \frac{\sin \frac{1}{2}(i'_0 + n)}{\sin \frac{1}{2}(i'_0 - n)} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\Omega'_0 - P) \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}(i'_1 - i'_0) &= - \frac{\cos \frac{1}{2}(\Omega'_0 + \Omega'_1 - 2P - m)}{\cos \frac{1}{2}(\Omega'_0 - \Omega'_1 + m)} \operatorname{tg} \frac{1}{2}n, \end{aligned} \right\} 17)$$

liefert. Vergleicht man diese sechs Gleichungen, so sieht man, dass die für die Ekliptik geltenden Formen mit den für den Äquator sich ergebenden identisch sind; man kann sich deshalb bei der weiteren Entwicklung nur auf die Betrachtung der einen Fundamentalebene beschränken, da man sofort die für die Ekliptik gefundenen Ausdrücke durch geeignete Änderung der Buchstaben auf den Äquator übertragen kann; man wird nämlich bei dieser Transformation zu setzen haben:

$$\left. \begin{aligned} \text{statt } \Omega_1 : \Omega'_1 &, \quad \text{statt } \Delta\omega : \Delta\omega' \\ \text{,, } \Omega_0 : \Omega'_0 &, \quad \text{,, } II : P \\ \text{,, } i_1 : i'_1 &, \quad \text{,, } \pi : n \\ \text{,, } i_0 : i'_0 &, \quad \text{,, } l : m. \end{aligned} \right\} 18)$$

Auch ohne Ansicht der Formeln ist dieses Wechselverhältnis ersichtlich, da die hier gegenübergestellten Bezeichnungen Analoga sind.

Die dritte Gleichung in 16) (pag. 204) gibt sofort die in der Neigung durch die Präcession bewirkten Änderungen, ist also zur genauen Berechnung derselben geeignet; dieser Vortheil kommt aber den beiden ersteren Gleichungen in 16) nicht zu; es wird daher wünschenswerth sein, durch Anwendung geeigneter Reihenentwicklungen bequemere Formen herzustellen. Zu diesem Ende wird man die oben entwickelten Lagrange'schen Reihen (Gleichungen 4), 5) und 10) (pag. 29, 30)) in Verwendung ziehen, bei der Transformation der

| ersten Gleichung 16):                                                                         | zweiten Gleichung 16):                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| $x = \frac{1}{2}(\Omega_1 - II - l + \Delta\omega)$                                           | $x = \frac{1}{2}(\Omega_1 - II - l - \Delta\omega)$                         |
| $y = \frac{1}{2}(\Omega_0 - II)$                                                              | $y = \frac{1}{2}(\Omega_0 - II)$                                            |
| $n = \frac{\cos \frac{1}{2}(i_0 + \pi)}{\cos \frac{1}{2}(i_0 - \pi)}$                         | $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(i_0 + \pi)}{\sin \frac{1}{2}(i_0 - \pi)}$       |
| $m = \frac{n-1}{n+1} = - \operatorname{tg} \frac{1}{2} i_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi$ | $m = \operatorname{cotg} \frac{1}{2} i_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi$ |

zu setzen haben, und erhalten:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{2}(\Omega_1 - \Omega_0) + \frac{1}{2}\Delta\omega &= \frac{1}{2}l + T \\ \frac{1}{2}(\Omega_1 - \Omega_0) - \frac{1}{2}\Delta\omega &= \frac{1}{2}l + C, \end{aligned} \right\} 19)$$

wobei der Kürze halber geschrieben ist:

$$\left. \begin{aligned} T &= -\left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} i_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \right\} \sin(\Omega_0 - \Pi) + \frac{1}{2} \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} i_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \right\}^2 \sin 2(\Omega_0 - \Pi) - \\ &\quad - \frac{1}{2} \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} i_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \right\}^3 \sin 3(\Omega_0 - \Pi) + \dots \\ C &= + \left\{ \cotg \frac{1}{2} i_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \right\} \sin(\Omega_0 - \Pi) + \frac{1}{2} \left\{ \cotg \frac{1}{2} i_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \right\}^2 \sin 2(\Omega_0 - \Pi) + \\ &\quad + \frac{1}{2} \left\{ \cotg \frac{1}{2} i_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \right\}^3 \sin 3(\Omega_0 - \Pi) + \dots \end{aligned} \right\} 20a)$$

Es ist sonach:

$$\left. \begin{aligned} \Omega_1 &= \Omega_0 + l + T + C \\ \omega_1 &= \omega_0 + T - C \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} (i_1 - i_0) &= - \frac{\cos\{\Omega_0 - \Pi + \frac{1}{2}(T + C)\}}{\cos \frac{1}{2}(T + C)} \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi. \end{aligned} \right\} 21a)$$

Begnügt man sich, was wohl für die überwiegende Anzahl der Fälle ausreicht, mit den Gliedern zweiter Ordnung, so wird man bei der Rechnung, wenn Alles in Bogensekunden erhalten werden soll, statt 20a) verwenden dürfen:

$$\left. \begin{aligned} T &= -\frac{1}{2} \pi \operatorname{tg} \frac{1}{2} i_0 \sin(\Omega_0 - \Pi) + \frac{1}{8} \pi^2 \operatorname{arc} 1'' \operatorname{tg} \frac{1}{2} i_0^2 \sin 2(\Omega_0 - \Pi) \\ C &= \frac{1}{2} \pi \cotg \frac{1}{2} i_0 \sin(\Omega_0 - \Pi) + \frac{1}{8} \pi^2 \operatorname{arc} 1'' \cotg \frac{1}{2} i_0^2 \sin 2(\Omega_0 - \Pi), \end{aligned} \right\} 20b)$$

und weiter haben:

$$\left. \begin{aligned} \Omega_1 &= \Omega_0 + l + T + C \\ \omega_1 &= \omega_0 + T - C \\ i_1 &= i_0 - \pi \cos\{\Omega_0 - \Pi + \frac{1}{2}(T + C)\}, \end{aligned} \right\} 21b)$$

doch sind die dadurch bewirkten Vereinfachungen nicht sehr wesentlich, weshalb von denselben in der Folge kein Gebrauch gemacht werden wird.

Schliesslich kann darauf aufmerksam gemacht werden, dass als Element gewöhnlich die Länge des Perihels, welches hier, um Verwechslungen vorzubeugen, mit  $[\pi]$  bezeichnet werden soll, und nicht der Abstand des Perihels vom Knoten  $\omega$  angesetzt wird; da aber:

$$[\pi] = \omega + \Omega,$$

ist, so wird sofort:

$$[\pi]_1 = [\pi]_0 + l + 2T. \quad 22)$$

Um die analogen Ausdrücke für den Äquator zu erhalten, hat man nur die oben (Gl. 18) pag. 204) angegebene Abänderung der gebrauchten Buchstaben einzuführen, doch wird es zweckmässig sein, statt  $P$  den Werth  $90^\circ - p$  einzusetzen; man findet dann:

$$\left. \begin{aligned} T' &= + \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} i'_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} n \right\} \cos(\Omega'_0 + p) - \frac{1}{2} \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} i'_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} n \right\}^2 \sin 2(\Omega'_0 + p) - \\ &\quad - \frac{1}{2} \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} i'_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} n \right\}^3 \cos 3(\Omega'_0 + p) + \dots \\ C' &= - \left\{ \cotg \frac{1}{2} i'_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} n \right\} \cos(\Omega'_0 + p) - \frac{1}{2} \left\{ \cotg \frac{1}{2} i'_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} n \right\}^2 \sin 2(\Omega'_0 + p) + \\ &\quad + \frac{1}{2} \left\{ \cotg \frac{1}{2} i'_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} n \right\}^3 \cos 3(\Omega'_0 + p) + \dots \\ [\pi]'_1 &= [\pi]'_0 + m + 2T' \\ \Omega'_1 &= \Omega'_0 + m + T' + C' \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} (i'_1 - i'_0) &= - \frac{\sin\{\Omega'_0 + p + \frac{1}{2}(T' + C')\}}{\cos \frac{1}{2}(T' + C')} \operatorname{tg} \frac{1}{2} n. \end{aligned} \right\} 23)$$

Die vorstehenden Formeln geben in Verbindung mit den in 15) (pag. 202 und 203) aufgeführten numerischen Werthen die Möglichkeit an die Hand, die durch die Präcession bewirkten Änderungen in den Bahnelementen zu bestimmen. Es erscheint zweckmässig, alles Zusammengehörige übersichtlich neben einander zu stellen, weshalb hier zwei Zusammenstellungen, die eine für die Ekliptik, die andere für den Äquator geltend, gegeben werden. Die Zeit  $t_0$  entspricht der angenommenen Ausgangsepöche, für welche die Elemente vorgelegt sind,  $t_1$  ist die Epöche, auf welche das Elementensystem übertragen werden soll,  $t_0$  und  $t_1$  sind in tropischen Jahren und deren Bruchtheilen anzusetzen.

Ekliptik:

$$\begin{aligned}
 \Pi &= 173^\circ 0' 12'' + 32''869(t_0 - 1850) + 0''000087(t_0 - 1850)^2 + \\
 &\quad + \{-8''683 - 0''000026(t_0 - 1850)\}(t_1 - t_0) + 0''000011(t_1 - t_0)^2, \\
 \pi &= \{+0''47950 - 0''00000650(t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000000000(t_0 - 1850)^2\}(t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{-0''00000325 + 0''0000000000(t_0 - 1850)\}(t_1 - t_0)^2 - \\
 &\quad - 0''00000000014(t_1 - t_0)^3, \\
 l &= \{+50''23465 + 0''00022580(t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000000093(t_0 - 1850)^2\}(t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{+0''00011290 + 0''0000000093(t_0 - 1850)\}(t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + 0''0000000032(t_1 - t_0)^3, \\
 \tau &= -\operatorname{tg} \frac{1}{2} i_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi, \quad \gamma = \operatorname{cotg} \frac{1}{2} i_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \\
 T &= \frac{\tau}{\operatorname{arc} 1''} \sin(\Omega_0 - \Pi) + \frac{\tau^2}{\operatorname{arc} 2''} \sin 2(\Omega_0 - \Pi) + \frac{\tau^3}{\operatorname{arc} 3''} \sin 3(\Omega_0 - \Pi) + \dots \\
 C &= \frac{\gamma}{\operatorname{arc} 1''} \sin(\Omega_0 - \Pi) + \frac{\gamma^2}{\operatorname{arc} 2''} \sin 2(\Omega_0 - \Pi) + \frac{\gamma^3}{\operatorname{arc} 3''} \sin 3(\Omega_0 - \Pi) + \dots \\
 \Omega_1 &= \Omega_0 + l + T + C \\
 [\pi]_1 &= [\pi]_0 + l + 2T \\
 \operatorname{tg} \frac{1}{2}(i_1 - i_0) &= - \frac{\cos\{\Omega_0 - \Pi + \frac{1}{2}(T + C)\}}{\cos \frac{1}{2}(T + C)} \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi.
 \end{aligned}
 \tag{24}$$

Äquator:

$$\begin{aligned}
 p &= \{+23''030 + 0''000142(t_0 - 1850)\}(t_1 - t_0) + 0''000031(t_1 - t_0)^2, \\
 n &= \{+20''05150 - 0''00008669(t_0 - 1850) - \\
 &\quad - 0''0000000048(t_0 - 1850)^2\}(t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{-0''00004334 - 0''0000000048(t_0 - 1850)\}(t_1 - t_0)^2 - \\
 &\quad - 0''00000004182(t_1 - t_0)^3, \\
 m &= \{+46''05931 + 0''00028391(t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000000088(t_0 - 1850)^2\}(t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{+0''00014195 + 0''0000000088(t_0 - 1850)\}(t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + 0''00000003657(t_1 - t_0)^3, \\
 \tau' &= \operatorname{tg} \frac{1}{2} i'_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} n, \quad \gamma' = \operatorname{cotg} \frac{1}{2} i'_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} n, \\
 T' &= \frac{\tau'}{\operatorname{arc} 1''} \cos(\Omega'_0 + p) - \frac{\tau'^2}{\operatorname{arc} 2''} \sin 2(\Omega'_0 + p) - \frac{\tau'^3}{\operatorname{arc} 3''} \cos 3(\Omega'_0 + p) + \dots, \\
 C' &= -\frac{\gamma'}{\operatorname{arc} 1''} \cos(\Omega'_0 + p) - \frac{\gamma'^2}{\operatorname{arc} 2''} \sin 2(\Omega'_0 + p) + \frac{\gamma'^3}{\operatorname{arc} 3''} \cos 3(\Omega'_0 + p) + \dots, \\
 \Omega'_1 &= \Omega'_0 + m + T' + C', \\
 [\pi]'_1 &= [\pi]'_0 + m + 2T', \\
 \operatorname{tg} \frac{1}{2}(i'_1 - i'_0) &= - \frac{\sin\{\Omega'_0 + p + \frac{1}{2}(T' + C')\}}{\cos \frac{1}{2}(T' + C')} \operatorname{tg} \frac{1}{2} n.
 \end{aligned}
 \tag{25}$$



Um die für die Ekliptik geltenden, vorstehenden Formeln durch ein Beispiel zu erläutern, werde ich die Elemente des Kometen III 1862, welche pag. 9 mitgeteilt worden sind und für das mittlere Äquinodium 1862 gelten, auf das mittlere Äquinodium 2012.0 übertragen; es ist also  $t_0 = 1862$ ,  $t_1 = 2012$ . Weiter ist anzunehmen:

$$\begin{aligned}\Omega_0 &= 137^\circ 27' 10'' 02 & [\pi]_0 &= 290^\circ 12' 47'' 84 \\ i_0 &= 113 \ 34 \ 12.24 & \omega_0 &= 152 \ 45 \ 37.82.\end{aligned}$$

Die Rechnung gestaltet sich nach den Formeln 24) wie folgt:

$$\begin{aligned}II &= 173^\circ 0' 12'' + 6' 34'' 4 - 21' 42'' 2 = 172^\circ 45' 4'' 2 \\ \pi &= + 71^\circ 9' 13 - 0'' 073 = + 71^\circ 8' 40 \\ l &= + 2^\circ 5' 35'' 604 + 2'' 541 + 0'' 001 = + 2^\circ 5' 38'' 146 \\ \frac{1}{2} i_0 & 56^\circ 47' 6'' 1 & \tau & 6_n 424 \ 832 \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} i_0 & 0.183 \ 921 & \sin (\Omega_0 - II): \operatorname{arc} 1'' & 5_n 076 \ 229 \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi & 6.240 \ 911 & \gamma & 6.056 \ 990 \\ (\Omega_0 - II) & 324^\circ 42' 5'' 8 & \tau^2 & 2.849 \ 66 \\ 2(\Omega_0 - II) & 289 \ 24 \ 12 & \sin 2(\Omega_0 - II): \operatorname{arc} 2'' & 4_n 988 \ 01 \\ 3(\Omega_0 - II) & 254 \ 6 & \gamma^2 & 2.113 \ 98 \\ \sin (\Omega_0 - II) & 9_n 761 \ 804 & \tau^3 & 9_n 274 \ 5 \\ \sin 2(\Omega_0 - II) & 9_n 974 \ 61 & \sin 3(\Omega_0 - II): \operatorname{arc} 3'' & 4_n 820 \ 4 \\ \sin 3(\Omega_0 - II) & 9_n 983 \ 1 & \gamma^3 & 8.171 \ 0 \\ \hline T_1 & + 31'' 700 & 2T & + 1' 3'' 386 \\ T_2 & - 0.007 & [\pi]_1 - [\pi]_0 & + 2^\circ 6' 41'' 53 \\ T_3 & 0 \\ C_1 & - 13'' 590 & \frac{1}{2}(T+C) & + 9'' 1 \\ C_2 & - 0.001 & \Omega_0 - II + \frac{1}{2}(T+C) & 324^\circ 42' 14'' 9 \\ C_3 & 0 & - \cos \{ \Omega_0 - II + \frac{1}{2}(T+C) \} & 9_n 911 \ 785 \\ T & + 31'' 693 & \sec \frac{1}{2}(T+C) & 0.000 \ 000 \\ C & - 13.591 & \operatorname{tg} \frac{1}{2}(i_1 - i_0) & 6_n 152 \ 696 \\ T+C & + 18.102 & \frac{1}{2}(i_1 - i_0) & - 29'' 317 \\ \Omega_1 - \Omega_0 & + 2^\circ 5' 56'' 25 & i_1 - i_0 & - 58.63.\end{aligned}$$

Es sind demnach die auf die mittlere Ekliptik 2012.0 übertragenen Elemente:

$$\begin{aligned}\Omega_1 &= 139^\circ 33' 6'' 27 & [\pi]_1 &= 292^\circ 19' 29'' 37 \\ i_1 &= 113 \ 33 \ 13.61 & \omega_1 &= 152 \ 46 \ 23.10.\end{aligned}$$

Als Beispiel für die Übertragung äquatorealer Elemente nehme ich denselben Kometen vor und benütze die auf pag. 10 mitgeteilten Zahlen, die sich auf den mittlern Äquator 1862.0 beziehen; dieselben sind:

$$\begin{aligned}\Omega_0' &= 141^\circ 28' 49'' 21 & [\pi]_0' &= 309^\circ 55' 59'' 76 \\ i_0' &= 95 \ 37 \ 32.22 & \omega_0' &= 168 \ 27 \ 10.55;\end{aligned}$$

sollen diese Elemente auf den mittlern Äquator des Jahres 2012.0 übertragen werden, so gestaltet sich die Rechnung wie folgt:

$$\begin{aligned}
 p &= +3454''8 & +0''7 & = +57'35''5 \\
 n &= +3007''569 & -0''975 - 0''141 & = +50'6''453 \\
 m &= +1^{\circ}55'9''408 & +3''194 + 0''123 & = +1^{\circ}55'12''725, \\
 \\ 
 \begin{array}{llll}
 \frac{1}{2}i'_0 & 47^{\circ}48'46''1 & \tau' & 7.905\ 317 \\
 \operatorname{tg} \frac{1}{2}i'_0 & 0.042\ 710 & \cos(\Omega'_0 + p): \operatorname{arc} 1'' & 5_n 213\ 544 \\
 \operatorname{tg} \frac{1}{2}n & 7.862\ 607 & -\gamma' & 7_n 819\ 897 \\
 (\Omega'_0 + p) & 142^{\circ}26'24''7 & -\tau'^2 & 5_n 810\ 63 \\
 2(\Omega'_0 + p) & 284\ 52\ 49 & \sin 2(\Omega'_0 + p): \operatorname{arc} 2'' & 4_n 998\ 58 \\
 3(\Omega'_0 + p) & 67\ 19 & -\gamma'^2 & 5_n 639\ 79 \\
 \cos(\Omega'_0 + p) & 9_n 899\ 119 & -\tau'^3 & 3_n 715\ 9 \\
 \sin 2(\Omega'_0 + p) & 9_n 985\ 19 & \cos 3(\Omega'_0 + p): \operatorname{arc} 3'' & 4.423\ 5 \\
 \cos 3(\Omega'_0 + p) & 9.586\ 2 & \gamma'^3 & 3.459\ 7
 \end{array} \\
 \hline
 T'_1 & -1314''803 & 2T'' & -0^{\circ}43'36''744 \\
 T'_2 & +6.445 & [\pi]_1' - [\pi]_0' & +1\ 11\ 35.98 \\
 T'_3 & -0.014 & \\
 C'_1 & +1080''042 & \frac{1}{2}(T' + C') & -1\ 52.0 \\
 C'_2 & +4.349 & \Omega'_0 + p + \frac{1}{2}(T' + C') & 142\ 24\ 32.7 \\
 C'_3 & +0.008 & -\sin\{\Omega'_0 + p + \frac{1}{2}(T' + C')\} & 9_n 785\ 344 \\
 T' & -21'48''372 & \sec \frac{1}{2}(T' + C') & 0.000\ 000 \\
 C' & +18\ 4.399 & \operatorname{tg} \frac{1}{2}(i'_1 - i'_0) & 7_n 647\ 951 \\
 T' + C' & -3\ 43.973 & \frac{1}{2}(i'_1 - i'_0) & -0^{\circ}15'17''009 \\
 \Omega'_1 - \Omega'_0 & +1^{\circ}51'28''75 & i'_1 - i'_0 & -0\ 30\ 34.02.
 \end{aligned}$$

Die auf den mittlern Äquator 2012.0 übertragenen Elemente sind demnach:

$$\begin{aligned}
 \Omega'_1 &= 143^{\circ}20'17''96 & [\pi]_1' &= 311^{\circ}7'35''74 \\
 i'_1 &= 95\ 6\ 58.20 & \omega'_1 &= 167\ 47\ 17.78.
 \end{aligned}$$

Man kann sich durch Benützung der Formeln 2) (pag. 9) leicht überzeugen, dass die obigen, auf 2012.0 bezogenen ekliptikalischen Elemente bei Benützung des Wertes  $\varepsilon = 23^{\circ}26'14''70$  auf die eben ermittelten äquatorealen Elemente führen.

Hat man eine genäherte Kenntnis der durch die Präcession bewirkten jährlichen Änderungen der Elemente  $\Omega$ ,  $i$  oder  $\Omega'$ ,  $i'$ , welche beziehungsweise durch  $\frac{d\Omega}{dt}$ ,  $\frac{di}{dt}$ ,  $\frac{d\Omega'}{dt}$ ,  $\frac{di'}{dt}$  bezeichnet werden sollen, so wird man, falls man sich auf die Glieder zweiter Ordnung inclusive beschränken will, viel einfacher rechnen. Man kann sich nämlich die vorgelegten Functionen nach Potenzen der Zeit entwickelt denken, so dass dieselben die allgemeine Form haben:

$$f = F + t \frac{df}{dt} + \frac{t^2}{2} \frac{d^2f}{dt^2} + \dots$$

Rechnet man nun die Zeit  $t$  von einer Epoche, die in der Mitte zwischen  $t_0$  und  $t_1$  liegt, und bezeichnet  $\frac{1}{2}(t_1 - t_0)$  mit  $t$ , so wird man für die Epochen  $t_0$  und  $t_1$  die Werthe:

$$\begin{aligned} f_0 &= F - t \frac{df}{dt} + \frac{t^2}{2} \frac{d^2f}{dt^2} - \dots \\ f_1 &= F + t \frac{df}{dt} + \frac{t^2}{2} \frac{d^2f}{dt^2} - \dots \end{aligned}$$

haben, deren Subtraction, wenn man die Glieder dritter Ordnung fortlässt, ergibt:

$$f_1 - f_0 = (t_1 - t_0) \frac{df}{dt}.$$

Der Differentialquotient  $\frac{df}{dt}$  wird sich für jedes der Elemente mit Hilfe der obigen Formeln leicht berechnen lassen, wenn die für die Mitte der Zeit geltenden Elemente genähert bekannt sind; bezeichnet man die letzteren beziehungsweise durch  $\Omega_m$ ,  $i_m$ ,  $\Omega_m'$  und  $i_m'$ , so erhält man:

Ekliptik:

$$\left. \begin{aligned} \Pi &= 173^\circ 0' 12'' + 32''869 \left[ \frac{t_1 + t_0}{2} - 1850 \right] \\ \pi &= \left\{ + 0''47950 - 0''0000 0650 \left[ \frac{t_1 + t_0}{2} - 1850 \right] \right\} (t_1 - t_0) \\ l &= \left\{ + 50''23465 + 0''0002 2580 \left[ \frac{t_1 + t_0}{2} - 1850 \right] \right\} (t_1 - t_0) \\ \Omega_1 &= \Omega_0 + l + \cotg i_m \pi \sin (\Omega_m - \Pi) \\ [\pi]_1 &= [\pi]_0 + l - \tg \frac{1}{2} i_m \pi \sin (\Omega_m - \Pi) \\ i_1 &= i_0 - \pi \cos (\Omega_m - \Pi). \end{aligned} \right\} 26)$$

Äquator:

$$\left. \begin{aligned} m &= \left\{ + 46''05931 + 0''0002 8391 \left[ \frac{t_1 + t_0}{2} - 1850 \right] \right\} (t_1 - t_0) \\ n &= \left\{ + 20''05150 - 0''0000 8669 \left[ \frac{t_1 + t_0}{2} - 1850 \right] \right\} (t_1 - t_0) \\ \Omega_1' &= \Omega_0' + m - \cotg i_m' n \cos \Omega_m' \\ [\pi]_1' &= [\pi]_0' + m + \tg \frac{1}{2} i_m' n \cos \Omega_m' \\ i_1' &= i_0' - n \sin \Omega_m'. \end{aligned} \right\} 27)$$

Zur Erläuterung der eben angeführten Näherungsformeln soll nach denselben die früher bis auf Grössen dritter Ordnung inclusive ausgeführte Übertragung der Elemente des Kometen III 1862 vom Äquinocetium 1862.0 auf 2012.0 vorgenommen werden. Es seien die genähert bekannten jährlichen Änderungen des Knotens und der Neigung beziehungsweise  $+ 50''375$  und  $- 0''391$ , demnach für die Ekliptik:

$$\begin{aligned} \frac{t_1 + t_0}{2} - 1850 &= 87 & \Omega_m &= 138^\circ 30' 8''1 & i_m &= 113^\circ 33' 42''9 \\ t_1 - t_0 &= 150 & \Pi &= 173 47 51.6 & \pi &= + 71''840 \\ l &= + 2^\circ 5' 38''144 \end{aligned}$$

|                             |                                           |
|-----------------------------|-------------------------------------------|
| $\sin (\Omega_m - \Pi)$     | $\Delta \Omega_2 + 18''102$               |
| $\pi$                       | $\Omega_1 - \Omega_0 + 2^\circ 5' 56''25$ |
| $\cos (\Omega_m - \Pi)$     | $\Delta [\pi]_2 + 1' 3''386$              |
| $i_1 - i_0$                 | $[\pi]_1 - [\pi]_0 + 2^\circ 6' 41''53$   |
| $\cotg i_m$                 | $\Omega_1$                                |
| $\pi \sin (\Omega_m - \Pi)$ | $i_1$                                     |
| $- \tg \frac{1}{2} i_m$     | $\pi_1$                                   |
|                             | $139^\circ 33' 6''27$                     |
|                             | $113 33 13.61$                            |
|                             | $292 19 29.37$                            |

Die Übereinstimmung mit den Resultaten der Rechnung nach den strengen Formeln ist innerhalb der gesetzten Genauigkeitsgrenzen vollständig.

Die Übertragung der äquatorealen Elemente stellt sich wie folgt.

$$\begin{array}{ll}
 d\Omega' : dt = + 44''591 & d\delta' : dt = - 12''227 \\
 \Omega'_m = 142^\circ 24' 33''5 & \delta'_m = 95^\circ 22' 15''2 \\
 n = + 3006''594 & m = + 1^\circ 55' 12''602 \\
 \cos \Omega'_m = 98898 \ 939 & \Delta \Omega'_2 = - 3' 43''98 \\
 n = 3478 \ 075 & \Omega'_1 - \Omega'_0 = + 1^\circ 51' 28''62 \\
 - \sin \Omega'_m = 98785 \ 342 & \Delta [\pi]'_2 = - 43' 36''89 \\
 i'_1 - i'_0 = - 30' 34''07 & [\pi]'_1 - [\pi]'_0 = + 1^\circ 11' 35''71 \\
 - \cotg \delta'_m = 8.973 \ 199 & \Omega'_1 = 143^\circ 20' 17''83 \\
 n \cos \Omega'_m = 38377 \ 014 & i'_1 = 95 \ 6 \ 58.15 \\
 \tg \frac{1}{2} \delta'_m = 0.040 \ 771 & \pi'_1 = 311 \ 7 \ 35.47.
 \end{array}$$

In diesem Beispiele treten bereits die Glieder dritter Ordnung etwas merklich hervor, so dass diese Näherungsergebnisse in den Bruchtheilen der Bogensekunde von den strengen Werthen abweichen.

Es kann wohl noch erwünscht sein, die in den Elementen durch die Präcession bewirkten Änderungen nach Potenzen der Zeit unmittelbar entwickelt zu erhalten; die hierfür nöthigen Formeln werden sich ergeben, wenn man die in 24) und 25) (pag. 206) aufgestellten Ausdrücke nach Potenzen der Zeit auflöst. Setzt man zunächst:

$$\begin{aligned}
 l &= \lambda_1(t_1 - t_0) + \lambda_2(t_1 - t_0)^2 + \lambda_3(t_1 - t_0)^3 \\
 \pi &= s_1(t_1 - t_0) + s_2(t_1 - t_0)^2 + s_3(t_1 - t_0)^3 \\
 \Pi &= \Pi_0 + S_1(t_1 - t_0) + S_2(t_1 - t_0)^2,
 \end{aligned}$$

in welchen Ausdrücken die eingeführten Coefficienten im Allgemeinen selbst noch Functionen von  $(t_0 - 1850)$  sein werden und bezeichnet der Übersichtlichkeit halber:

$$\begin{array}{lll}
 A_0 = \lambda_1 & , & B_3 = \frac{1}{4} s_1^2 & , & C_4 = -\frac{1}{2} s_1^2 S_1 \\
 A_1 = s_1 & , & C_0 = \lambda_3 & , & C_5 = \frac{1}{12} s_1^3 \\
 B_0 = \lambda_2 & , & C_1 = -s_3 - \frac{1}{12} s_1^3 + \frac{1}{2} s_1 S_1^2 & , & D_1 = -s_3 + \frac{1}{2} s_1 S_1^2 \\
 B_1 = -s_2 & , & C_2 = s_2 S_1 + s_1 S_2 & , & D_2 = \frac{1}{6} s_1^3 \\
 B_2 = -s_1 S_1 & , & C_3 = -\frac{1}{2} s_1 s_2 & , &
 \end{array}$$

so wird man ohne erhebliche Schwierigkeit finden für die

Ekliptik:

$$\left. \begin{aligned}
 \Pi_0 &= 173^\circ 0' 12'' + 32''869 (t_0 - 1850) + 0''000 \ 087 (t_0 - 1850)^2 \\
 A_0 &= + 50''23465 + 0''0002 \ 2580 (t_0 - 1850) + 0''0000 \ 0000 \ 093 (t_0 - 1850)^2 \\
 A_1 &= + 0''47950 - 0''0000 \ 0650 (t_0 - 1850) + 0''0000 \ 0000 \ 000 (t_0 - 1850)^2 \\
 B_0 &= + 0''0001 \ 1290 + 0''0000 \ 0000 \ 093 (t_0 - 1850) \\
 B_1 &= + 0''0000 \ 0325 - 0''0000 \ 0000 \ 000 (t_0 - 1850) \\
 B_2 &= + 0''0000 \ 2019 - 0''0000 \ 0000 \ 021 (t_0 - 1850) \\
 B_3 &= + 0''0000 \ 0028 - 0''0000 \ 0000 \ 001 (t_0 - 1850)
 \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned}
 C_0 &= + 0''0000\ 0000\ 032 & , & & C_4 &= + 0''0000\ 0000\ 002 \\
 C_1 &= + 0''0000\ 0000\ 056 & , & & C_5 &= + 0''0000\ 0000\ 000 \\
 C_2 &= + 0''0000\ 0000\ 016 & , & & D_1 &= + 0''0000\ 0000\ 056 \\
 C_3 &= + 0''0000\ 0000\ 000 & , & & D_2 &= + 0''0000\ 0000\ 000; \\
 \varpi_1 &= \varpi_0 + (t_1 - t_0) \{A_0 + A_1 \cotg i_0 \sin(\varpi_0 - \Pi_0)\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^2 \{B_0 - B_1 \cotg i_0 \sin(\varpi_0 - \Pi_0) + B_2 \cotg i_0 \cos(\varpi_0 - \Pi_0) + \\
 &\quad + B_3 \frac{1 + \cos i_0^2}{\sin i_0^2} \sin 2(\varpi_0 - \Pi_0)\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^3 \{C_0 - C_1 \cotg i_0 \sin(\varpi_0 - \Pi_0) - C_2 \cotg i_0 \cos(\varpi_0 - \Pi_0) - \\
 &\quad - C_3 \frac{1 + \cos i_0^2}{\sin i_0^2} \sin 2(\varpi_0 - \Pi_0) + \\
 &\quad + C_4 \frac{1 + \cos i_0^2}{\sin i_0^2} \cos 2(\varpi_0 - \Pi_0) + \\
 &\quad + C_5 \frac{(3 + \cos i_0^2) \cos i_0}{\sin i_0^3} \sin 3(\varpi_0 - \Pi_0)\}, \\
 [\pi]_1 &= [\pi]_0 + (t_1 - t_0) \{A_0 - A_1 \tg \frac{1}{2} i_0 \sin(\varpi_0 - \Pi_0)\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^2 \{B_0 + B_1 \tg \frac{1}{2} i_0 \sin(\varpi_0 - \Pi_0) - B_2 \tg \frac{1}{2} i_0 \cos(\varpi_0 - \Pi_0) + \\
 &\quad + B_3 \tg \frac{1}{2} i_0^2 \sin 2(\varpi_0 - \Pi_0)\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^3 \{C_0 + C_1 \tg \frac{1}{2} i_0 \sin(\varpi_0 - \Pi_0) + C_2 \tg \frac{1}{2} i_0 \cos(\varpi_0 - \Pi_0) - \\
 &\quad - C_3 \tg \frac{1}{2} i_0^2 \sin 2(\varpi_0 - \Pi_0) + \\
 &\quad + C_4 \tg \frac{1}{2} i_0^2 \cos 2(\varpi_0 - \Pi_0) - C_5 \tg \frac{1}{2} i_0^3 \sin 3(\varpi_0 - \Pi_0)\}, \\
 i_1 &= i_0 + (t_1 - t_0) \{-A_1 \cos(\varpi_0 - \Pi_0)\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^2 \{B_1 \cos(\varpi_0 - \Pi_0) + B_2 \sin(\varpi_0 - \Pi_0) + \\
 &\quad + B_3 2 \cotg i_0 \sin(\varpi_0 - \Pi_0)^2\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^3 \{D_1 \cos(\varpi_0 - \Pi_0) - C_2 \sin(\varpi_0 - \Pi_0) - \\
 &\quad - C_3 2 \cotg i_0 \sin(\varpi_0 - \Pi_0)^2 + \\
 &\quad + C_4 \cotg i_0 \sin 2(\varpi_0 - \Pi_0) + \\
 &\quad + D_2 \frac{1 + 2 \cos i_0^2}{\sin i_0^2} \cos(\varpi_0 - \Pi_0) \sin(\varpi_0 - \Pi_0)^2\}.
 \end{aligned} \tag{28}$$

Für den Äquator wird man ganz analoge Ausdrücke erhalten, wenn man von der schon mehrfach benützten Buchstabenversetzung (vergl. 18) pag. 204) Gebrauch macht; dieselben sind:

Äquator:

$$\begin{aligned}
 A_0' &= + 46''05931 + 0''0002\ 8391 (t_0 - 1850) + 0''0000\ 0000\ 088 (t_0 - 1850)^2 \\
 A_1' &= + 20''05150 - 0''0000\ 8669 (t_0 - 1850) - 0''0000\ 0000\ 048 (t_0 - 1850)^2 \\
 B_0' &= + 0''0001\ 4195 + 0''0000\ 0000\ 088 (t_0 - 1850) \\
 B_1' &= + 0''0000\ 4334 + 0''0000\ 0000\ 048 (t_0 - 1850) \\
 B_2' &= + 0''0022\ 3880 + 0''0000\ 0000\ 412 (t_0 - 1850) \\
 B_3' &= + 0''0004\ 8731 - 0''0000\ 0000\ 421 (t_0 - 1850) \\
 C_0' &= + 0''0000\ 0003\ 657 & , & & C_4' &= + 0''0000\ 0010\ 882 \\
 C_1' &= + 0''0000\ 0015\ 101 & , & & C_5' &= + 0''0000\ 0001\ 579 \\
 C_2' &= + 0''0000\ 0000\ 183 & , & & D_1' &= + 0''0000\ 0016\ 680 \\
 C_3' &= + 0''0000\ 0000\ 211 & , & & D_2' &= + 0''0000\ 0003\ 158;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varpi_1' &= \varpi_0' + (t_1 - t_0) \{A_0' - A_1' \cotg i_0' \cos \varpi_0'\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^2 \{B_0' + B_1' \cotg i_0' \cos \varpi_0' + B_2' \cotg i_0' \sin \varpi_0' - \\
 &\quad - B_3' \frac{1 + \cos i_0'^2}{\sin i_0'^2} \sin 2\varpi_0'\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^3 \{C_0' + C_1' \cotg i_0' \cos \varpi_0' - C_2' \cotg i_0' \sin \varpi_0' + \\
 &\quad + C_3' \frac{1 + \cos i_0'^2}{\sin i_0'^2} \sin 2\varpi_0' - C_4' \frac{1 + \cos i_0'^2}{\sin i_0'^2} \cos 2\varpi_0' + \\
 &\quad + C_5' \frac{(3 + \cos i_0'^2) \cos i_0'}{\sin i_0'^3} \cos 3\varpi_0'\}, \\
 [\pi]_1' &= [\pi]_0' + (t_1 - t_0) \{A_0' + A_1' \tg \frac{1}{2} i_0' \cos \varpi_0'\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^2 \{B_0' - B_1' \tg \frac{1}{2} i_0' \cos \varpi_0' - B_2' \tg \frac{1}{2} i_0' \sin \varpi_0' - \\
 &\quad - B_3' \tg \frac{1}{2} i_0'^2 \sin 2\varpi_0'\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^3 \{C_0' - C_1' \tg \frac{1}{2} i_0' \cos \varpi_0' + C_2' \tg \frac{1}{2} i_0' \sin \varpi_0' + \\
 &\quad + C_3' \tg \frac{1}{2} i_0'^2 \sin 2\varpi_0' - C_4' \tg \frac{1}{2} i_0'^2 \cos 2\varpi_0' - \\
 &\quad - C_5' \tg \frac{1}{2} i_0'^3 \cos 3\varpi_0'\}, \\
 i_1' &= i_0' + (t_1 - t_0) \{-A_1' \sin \varpi_0'\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^2 \{B_1' \sin \varpi_0' - B_2' \cos \varpi_0' + B_3' 2 \cotg i_0' \cos \varpi_0'^2\} + \\
 &\quad + (t_1 - t_0)^3 \{D_1' \sin \varpi_0' + C_2' \cos \varpi_0' - C_3' 2 \cotg i_0' \cos \varpi_0'^2 - \\
 &\quad - C_4' \cotg i_0' \sin 2\varpi_0' + D_2' \frac{1 + 2 \cos i_0'^2}{\sin i_0'^2} \sin \varpi_0' \cos \varpi_0'^2\}.
 \end{aligned}
 \tag{29}$$

Wendet man diese Formeln auf die Elemente des Kometen III. 1862 an, für welche die auf pag. 207 und 208 durchgeführten Beispiele gelten, so findet man:

$$\begin{aligned}
 \varpi_1 &= 137^\circ 27' 10''02 + 50''3593(t_1 - 1862) + 0''0001\,046(t_1 - 1862)^2 + 0''0000\,0000\,03(t_1 - 1862)^3 \\
 [\pi]_1 &= 290^\circ 12' 47''84 + 50''6642(t_1 - 1862) + 0''0000\,844(t_1 - 1862)^2 - 0''0000\,0000\,00(t_1 - 1862)^3 \\
 i_1 &= 113^\circ 34' 12''24 - 0''3895(t_1 - 1862) - 0''0000\,092(t_1 - 1862)^2 + 0''0000\,0000\,06(t_1 - 1862)^3 \\
 \varpi_1' &= 141^\circ 28' 49''21 + 44''5175(t_1 - 1862) + 0''0004\,920(t_1 - 1862)^2 + 0''0000\,0001\,93(t_1 - 1862)^3 \\
 [\pi]_1' &= 309^\circ 55' 59''76 + 28''7542(t_1 - 1862) - 0''0007\,810(t_1 - 1862)^2 + 0''0000\,0012\,68(t_1 - 1862)^3 \\
 i_1' &= 95^\circ 37' 32''22 - 12''4871(t_1 - 1862) + 0''0017\,199(t_1 - 1862)^2 + 0''0000\,0010\,46(t_1 - 1862)^3.
 \end{aligned}$$

Die oben entwickelten Transformationen der beiden ersten Gleichungen in 16) und 17) (pag. 204) können in jenen Fällen misslich werden, wo  $i$ , beziehungsweise  $i'$ , sehr nahe an  $0^\circ$  oder  $180^\circ$  ist, da dann eines der Producte  $\tg \frac{1}{2} i \tg \frac{1}{2} \pi$  oder  $\cotg \frac{1}{2} i \tg \frac{1}{2} \pi$  oder der analogen für den Äquator geltenden der Forderung der Kleinheit nicht genügt. Man kann in solchen Fällen sich der strengen Formeln 16) und 17) (pag. 204) bedienen oder die Elemente auf die andere Fundamentalebene übertragen, welche diesem Nachtheile nicht unterworfen sein wird, für die letztere die durch die Präcession bewirkten Änderungen ermitteln und nach Anbringung derselben wieder auf die ursprüngliche Fundamentalebene zurückkehren: doch wird man kaum jemals nöthig haben, von dieser Abänderung Gebrauch zu machen, weil man mit Berücksichtigung der Glieder dritter Ordnung selbst für entfernte Epochen und bei ungünstigen Verhältnissen eine grosse Genauigkeit erreicht und allenfalls mit Fractionirung des Zeitintervalles sich behelfen kann. Schliesslich wäre noch zu bemerken, dass man, wenn eine Übertragung der Elemente auf sehr entfernte Epochen (über tausend Jahre) auszuführen ist, im Allgemeinen genauere Resultate durch die für die Ekliptik geltenden Formeln erreichen wird, da in diesen die Glieder

höherer Ordnung aus leicht begreiflichen Gründen weniger merkbar sind, als in jenen, die für den Äquator Anwendung finden.

Um den Einfluss der Präcession auf den Ort eines Himmelskörpers zu bestimmen, wird es sich empfehlen, zunächst die strengen Formeln zu entwickeln und dann aus denselben die Näherungsausdrücke, mit denen man in den meisten Fällen ausreicht, abzuleiten. Die strengen Formeln wird man in der Regel anwenden müssen, sobald der Übergang auf sehr entfernte Äquinoclien ausgeführt werden soll, doch wird deren Benützung in jenen Fällen, wo der Ort nahe dem Pole liegt, selbst bei mässigen Zwischenzeiten nothwendig werden. Vorerst sollen dieselben für die Änderungen der ekliptikalen Coordinaten entwickelt werden; eine einfache Buchstabenvertauschung, nach 18) (pag. 204) durchgeführt, wird sofort ohne Mühe die für den Äquator geltenden Ausdrücke finden lassen.

Legt man ein Coordinatensystem so, dass seine  $XY$ -Ebene mit der mittleren Ekliptik der Epoche  $t_0$  zusammenfällt und seine positive  $X$ -Achse durch einen Punkt geht, dessen Länge gleich  $\Pi$  ist, so werden die rechtwinkligen Coordinaten eines auf der mit der Einheit als Radius beschrieben gedachten Himmelskugel gelegenen Punktes, für welchen die Länge  $\lambda_0$  und die Breite  $\beta_0$  gilt, bestimmt sein durch:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \cos \beta_0 \cos (\lambda_0 - \Pi) \\ y_0 &= \cos \beta_0 \sin (\lambda_0 - \Pi) \\ z_0 &= \sin \beta_0. \end{aligned} \right\} 30)$$

$\Pi$  wird die Länge des aufsteigenden Knotens der mittleren Ekliptik zur Zeit  $t_1$  in jener der Epoche  $t_0$  bezeichnen,  $\pi$  die gegenseitige Neigung darstellen. Bezeichnet man aber die rechtwinkligen Coordinaten desselben Punktes in Bezug auf die Ekliptik, die zur Zeit  $t_1$  gehört, mit  $x_1$ ,  $y_1$  und  $z_1$ , so werden, wenn die neue  $X$ -Achse in dem aufsteigenden Knoten belassen wird, zwischen den rechtwinkligen Coordinaten offenbar die Relationen:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_0 \\ y_1 &= y_0 \cos \pi + z_0 \sin \pi \\ z_1 &= -y_0 \sin \pi + z_0 \cos \pi, \end{aligned}$$

bestehen; nennt man die Länge und Breite des Punktes in Bezug auf die neue Ekliptik  $\lambda_1$  und  $\beta_1$ , so wird sein:

$$\begin{aligned} x_1 &= \cos \beta_1 \cos (\lambda_1 - \Pi - l) \\ y_1 &= \cos \beta_1 \sin (\lambda_1 - \Pi - l) \\ z_1 &= \sin \beta_1; \end{aligned}$$

man hat daher als Relation zwischen den polaren Coordinaten die Ausdrücke:

$$\left. \begin{aligned} \cos \beta_1 \cos (\lambda_1 - \Pi - l) &= \cos \beta_0 \cos (\lambda_0 - \Pi) \\ \cos \beta_1 \sin (\lambda_1 - \Pi - l) &= \cos \beta_0 \sin (\lambda_0 - \Pi) \cos \pi + \sin \beta_0 \sin \pi \\ \sin \beta_1 &= \sin \beta_0 \cos \pi - \cos \beta_0 \sin (\lambda_0 - \Pi) \sin \pi, \end{aligned} \right\} 31)$$

für welche auch geschrieben werden kann:

$$\left. \begin{aligned} \cos \beta_1 \cos(\lambda_1 - II - l) &= \cos \beta_0 \cos(\lambda_0 - II) \\ \cos \beta_1 \sin(\lambda_1 - II - l) &= \cos \beta_0 \sin(\lambda_0 - II) + \sin \pi \{ \sin \beta_0 - \cos \beta_0 \sin(\lambda_0 - II) \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \pi \} \\ \sin \beta_1 &= -\sin \beta_0 + 2 \cos \tfrac{1}{2} \pi^2 \{ \sin \beta_0 - \cos \beta_0 \sin(\lambda_0 - II) \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \pi \}. \end{aligned} \right\} 32)$$

Um für die Rechnung bequemere Ausdrücke zu erhalten, wird es sich empfehlen, Transformationen vorzunehmen, welche auf die Differenzen der Werthe  $\lambda_1$  und  $\beta_1$  gegen  $\lambda_0$  und  $\beta_0$  hinführen, da diese im Allgemeinen selbst für dem Pole sehr nahe Sterne mässige Bogen sind. Zu diesem Ende multiplicire man die erste Gleichung mit  $\cos(\lambda_0 - II)$ , die zweite mit  $\sin(\lambda_0 - II)$  und bilde deren Summe, ferner die erste Gleichung mit  $-\sin(\lambda_0 - II)$ , die zweite mit  $\cos(\lambda_0 - II)$  addire und setze der Kürze halber:

$$q = \sin \pi \{ \operatorname{tg} \beta_0 - \sin(\lambda_0 - II) \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \pi \}, \quad 33)$$

dann erhält man die Relationen:

$$\left. \begin{aligned} \cos \beta_1 \cos(\lambda_1 - \lambda_0 - l) &= \cos \beta_0 + q \cos \beta_0 \sin(\lambda_0 - II) \\ \cos \beta_1 \sin(\lambda_1 - \lambda_0 - l) &= q \cos \beta_0 \cos(\lambda_0 - II), \end{aligned} \right\} 34)$$

deren Division ergibt:

$$\operatorname{tg}(\lambda_1 - \lambda_0 - l) = \operatorname{tg} L = \frac{q \cos(\lambda_0 - II)}{1 + q \sin(\lambda_0 - II)}; \quad 35)$$

sonach ist:

$$\lambda_1 = \lambda_0 + l + L.$$

Es wird wohl kaum je ein Zweifel darüber entstehen, in man  $L$ , einen in der Regel nur mässigen Bogen, zu nehmen. Gleichungen 34), dass der Sinus von  $L$  das Zeichen des Zähler, der Cosinus das Zeichen des Nenners erhält. Um für  $(\beta_1 - \beta_0)$  bequemer zu erhalten, werden sich die folgenden Transformationen empfehlen. Multiplicirt man die erste Gleichung facher durch die Anwendung der Napier'schen Gleichungen auf ein sphärisches Dreieck erhalten würden. Multiplicirt man die erste Gleichung mit  $\cos \tfrac{1}{2} L$ , die zweite mit  $\sin \tfrac{1}{2} L$ , so findet sich nach deren

$$\cos \beta_1 = \cos \beta_0 + q \cos \beta_0 \frac{\sin(\lambda_0 - II + \tfrac{1}{2} L)}{\cos \tfrac{1}{2} L},$$

oder:

$$2 \sin \tfrac{1}{2} (\beta_1 + \beta_0) \sin \tfrac{1}{2} (\beta_1 - \beta_0) = -q \cos \beta_0 \frac{\sin(\lambda_0 - II + \tfrac{1}{2} L)}{\cos \tfrac{1}{2} L}.$$

Die dritte Gleichung in 32) (pag. 214) ergibt aber:

$$2 \sin \tfrac{1}{2} (\beta_1 + \beta_0) \cos \tfrac{1}{2} (\beta_1 - \beta_0) = q \cos \beta_0 \operatorname{cotg} \tfrac{1}{2} \pi,$$

welcher Ausdruck in 37) dividirt, sofort die Relation:

$$\operatorname{tg} \tfrac{1}{2} (\beta_1 - \beta_0) = -\frac{\sin(\lambda_0 - II + \tfrac{1}{2} L)}{\cos \tfrac{1}{2} L} \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \pi, \quad 38)$$

finden lässt.



Trägt man somit die für die strenge Bestimmung der Präcession in Länge und Breite erforderlichen Ausdrücke zusammen, so hat man das folgende Formelsystem, dem die für die numerischen Berechnungen nothwendigen Coëfficienten beigelegt wurden:

$$\left. \begin{aligned}
 \Pi &= 173^{\circ} 0' 12'' + 32''869 (t_0 - 1850) + 0''000 087 (t_0 - 1850)^2 + \\
 &\quad + \{-8''683 - 0''000 026 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0) + 0''000 011 (t_1 - t_0)^2 \\
 \pi &= \{+ 0''47950 - 0''0000 0650 (t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000 0000 000 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{- 0''0000 0325 + 0''0000 0000 000 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 - \\
 &\quad - 0''0000 0000 014 (t_1 - t_0)^3 \\
 l &= \{+ 50''23465 + 0''0002 2580 (t_0 - 1850) + \\
 &\quad + 0''0000 0000 093 (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{+ 0''0001 1290 + 0''0000 0000 093 (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + 0''0000 0000 032 (t_1 - t_0)^3 \\
 q &= \sin \pi \{ \operatorname{tg} \beta_0 - \sin (\lambda_0 - \Pi) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \} \\
 \operatorname{tg} L &= \frac{q \cos (\lambda_0 - \Pi)}{1 + q \sin (\lambda_0 - \Pi)}, \quad \lambda_1 = \lambda_0 + l + L \\
 \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\beta_1 - \beta_0) &= - \frac{\sin (\lambda_0 - \Pi + \frac{1}{2} L)}{\cos \frac{1}{2} L} \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi.
 \end{aligned} \right\} 39)$$

Die vorstehenden Formeln sollen durch ein dem Polarstern entlehntes Beispiel erläutert werden. Es sei:

$$\lambda_0 = 86^{\circ} 55' 50''41, \quad \beta_0 = + 66^{\circ} 5' 15''33,$$

welche Angaben auf die mittlere Ekliptik 1883.0 =  $t_0$  bezogen gedacht sind; man habe diesen Ort auf die mittlere Ekliptik 1755.0 =  $t_1$  zu übertragen. Es ist sonach:

$$\begin{aligned}
 t_0 - 1850 &= + 33, & (t_1 - t_0) &= - 128 \\
 \Pi &= 173^{\circ} 0' 12'' + 18' 4''8 + 18' 31''6 + 0''2 = 173^{\circ} 36' 48''6 \\
 \pi &= - 61''349 - 0''053 = - 61''402 \\
 l &= - 1^{\circ} 47' 10''989 + 1''850 - 0''001 = - 1^{\circ} 47' 9''140 \\
 \lambda_0 - \Pi &273^{\circ} 19' 1''8 & q \cos (\lambda_0 - \Pi) &5n589 337 \\
 \cos (\lambda_0 - \Pi) &8.762 402 & L &- 8''007 \\
 \sin (\lambda_0 - \Pi) &9n999 272 & \frac{1}{2} L &- 4''0 \\
 - \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi &6.172 728 & (\lambda_0 - \Pi + \frac{1}{2} L) &273^{\circ} 18' 57''8 \\
 - \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \sin (\lambda_0 - \Pi) &6n172 000 & \sin (\lambda_0 - \Pi + \frac{1}{2} L) &9n999 272 \\
 \operatorname{tg} \beta_0 &0.353 206 & \sec \frac{1}{2} L &0.000 000 \\
 \text{Add:} &9.999 971 & \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\beta_1 - \beta_0) &6n172 000 \\
 \operatorname{tg} \beta_0 - \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \sin (\lambda_0 - \Pi) &0.353 177 & \frac{1}{2} (\beta_1 - \beta_0) &- 30''650 \\
 \sin \pi &6n473 758 & (\beta_1 - \beta_0) &- 1' 1''30 \\
 q &6n826 935 & \lambda_1 &85^{\circ} 8' 33''26 \\
 q \sin (\lambda_0 - \Pi) &6.826 207 & \beta_1 &+ 66 4 14.03. \\
 1 + q \sin (\lambda_0 - \Pi) &0.000 291 & &
 \end{aligned}$$

Für den Äquator erhält man sofort mit Berücksichtigung der Buchstabenversetzung (18) pag. 204), wenn überdies statt  $\lambda$  und  $\beta$  beziehungsweise  $\alpha$  und  $\delta$  geschrieben wird:

$$\left. \begin{aligned} p &= \{ + 23''030 + 0''000\,142 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0) + 0''000\,031 (t_1 - t_0)^2 \\ n &= \{ + 20''05150 - 0''0000\,8669 (t_0 - 1850) - \\ &\quad - 0''0000\,0000\,048 (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\ &\quad + \{ - 0''0000\,4334 - 0''0000\,0000\,048 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 - \\ &\quad - 0''0000\,0004\,182 (t_1 - t_0)^3 \\ m &= \{ + 46''05931 + 0''0002\,8391 (t_0 - 1850) + \\ &\quad + 0''0000\,0000\,088 (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\ &\quad + \{ + 0''0001\,4195 + 0''0000\,0000\,088 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \\ &\quad + 0''0000\,0003\,657 (t_1 - t_0)^3 \\ q' &= \sin n \{ \operatorname{tg} \delta_0 + \cos (\alpha_0 + p) \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} n \}^* \\ \operatorname{tg} L' &= \frac{q' \sin (\alpha_0 + p)}{1 - q' \cos (\alpha_0 + p)}, \quad \alpha_1 = \alpha_0 + m + L' \\ \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} (\delta_1 - \delta_0) &= \frac{\cos (\alpha_0 + p + \tfrac{1}{2} L')}{\cos \tfrac{1}{2} L'} \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} n. \end{aligned} \right\} 40)$$

Die auf den mittleren Äquator 1883.0 bezogenen Coordinaten des Polarsternes:

$$\alpha_0 = 18^\circ 57' 58''18, \quad \delta_0 = + 88^\circ 41' 5''90,$$

seien auf den mittlern Äquator 1755.0 zu übertragen. Man wird finden:

$$\begin{array}{ll} t_0 - 1850 = + 33, & t_1 - t_0 = - 128 \\ p = - 49' 8''5 + 0''5 = - 49' 8''0 \\ n = - 42' 46''226 - 0''710 + 0''088 = - 42' 46''848 \\ m = - 1^\circ 38' 16''791 + 2''326 - 0''077 = - 1^\circ 38' 14''542 \\ \alpha_0 + p & 18^\circ 8' 50''2 & q' \sin (\alpha_0 + p) & 9_n 227\,420 \\ \sin (\alpha_0 + p) & 9.493\,403 & L' & - 6^\circ 21' 29''01 \\ \cos (\alpha_0 + p) & 9.977\,842 & \tfrac{1}{2} L' & - 3\,10\,44.5 \\ \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} n & 7_n 793\,951 & \alpha_0 + p + \tfrac{1}{2} L' & 14\,58\,5.7 \\ \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} n \cos (\alpha_0 + p) & 7_n 771\,793 & \cos (\alpha_0 + p + \tfrac{1}{2} L') & 9.985\,008 \\ \operatorname{tg} \delta_0 & 1.639\,112 & \sec \tfrac{1}{2} L' & 0.000\,668 \\ \text{Add.} & 9.999\,941 & \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} (\delta_1 - \delta_0) & 7_n 779\,627 \\ \operatorname{tg} \delta_0 + \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} n \cos (\alpha_0 + p) & 1.639\,053 & \tfrac{1}{2} (\delta_1 - \delta_0) & - 20' 41''79 \\ \sin n & 8_n 094\,964 & \delta_1 - \delta_0 & - 41\,23.58 \\ q' & 9_n 734\,017 & \alpha_1 & 10^\circ 58' 14''63 \\ q' \cos (\alpha_0 + p) & 9_n 711\,859 & \delta_1 & + 87\,59\,42.32. \\ 1 - q' \cos (\alpha_0 + p) & 0.180\,430 & & \end{array}$$

Wie man sieht, sind die durch die Präcession in diesem Falle bewirkten Änderungen so bedeutend, dass man eigentlich die Rechnung siebenstellig durchführen müsste, um die Hunderttheile der Bogensekunde, besonders in  $\alpha_1$ , zu verbürgen;

\* Über die Berücksichtigung der Eigenbewegung vergl. Formel 46) pag. 219.

bei einer Lage in der Nähe des Poles hat aber eine merkliche Unsicherheit in der Rectascension eine geringe Bedeutung, da dieselbe mit  $\cos \delta$  multiplicirt werden muss, um sie auf diejenige im grössten Kreise, das ist auf den thatsächlichen Fehler, zu reduciren.

Hat man Übertragungen auf sehr entfernte Epochen (über tausend Jahre) auszuführen, so wird man, da in den für die Ekliptik geltenden Grössen die Glieder dritter und höherer Ordnung wesentlich kleiner sind als in jenen für den Äquator, im Allgemeinen genauere Resultate erhalten, wenn man das erste Formelsystem 39) (pag. 215) anwendet; man wird also für die Zeit  $t_0$  aus den äquatorealen Coordinaten die ekliptikalen ableiten, letztere auf  $t_1$  übertragen und mit der für  $t_1$  geltenden Schiefe auf die ersteren zurückkehren oder auch nach den strengen Formeln (vergl. pag. 196):

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(p - q) &= \frac{\cos(\varepsilon_0' + \frac{1}{2}\Delta\varepsilon)}{\cos \frac{1}{2}\Delta\varepsilon} \operatorname{tg} \frac{1}{2}l \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}(p + q) &= \frac{-\sin \frac{1}{2}\Delta\varepsilon}{\sin(\varepsilon_0' + \frac{1}{2}\Delta\varepsilon)} \operatorname{cotg} \frac{1}{2}l \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}n &= \frac{\sin \frac{1}{2}(p - q)}{\cos \frac{1}{2}(p + q)} \operatorname{tg}(\varepsilon_0' + \frac{1}{2}\Delta\varepsilon) \\ m &= p - q - a, \end{aligned}$$

die Grössen  $m$ ,  $n$  und  $p$  aus den Präcessionswerthen, die für die Ekliptik gelten, ermitteln.

Bei derartigen Transformationen, die man bei Bahnbestimmungen wohl nur gelegentlich der Reduction der Vergleichsterne, also für den Äquator auszuführen haben wird, bedarf die Berücksichtigung der Eigenbewegung der Sterne einer besonderen Aufmerksamkeit; man sieht ein, dass man dieselbe leicht in Rechnung ziehen kann, wenn man statt  $\alpha_0$  und  $\delta_0$  die durch die Eigenbewegung veränderten Coordinaten in die obigen Formeln einführt. Bezeichnet man mit  $\Delta\alpha_0$  und  $\Delta\delta_0$  den auf den mittlern Äquator  $t_0$  bezogenen Betrag der Eigenbewegung in Rectascension und Declination in dem Zeitraume  $(t_1 - t_0)$ , so wird man in den Formeln 40) (pag. 216)  $\alpha_0$  und  $\delta_0$  durch die Grössen  $(\alpha_0 + \Delta\alpha_0)$  und  $(\delta_0 + \Delta\delta_0)$  zu ersetzen haben, um sofort die mit Rücksicht auf Eigenbewegung geltenden Coordinaten für den mittlern Äquator zur Zeit  $t_1$  zu erhalten; die Bestimmung der Beträge  $\Delta\alpha_0$  und  $\Delta\delta_0$  bedarf aber einiger Vorsicht, sobald die Sterne nicht weit vom Pole stehen. Bezeichnet man die jährliche Eigenbewegung in Rectascension und Declination für die Epoche  $t_0$  beziehungsweise mit:

$$\mu \text{ und } \mu',$$

und setzt, wie man dies im Allgemeinen zu thun gezwungen ist, die Bewegung des Sternes als gleichförmig im grössten Kreise sich vollziehend voraus, so wird der Winkel  $G_0$ , den dieser grösste Kreis mit dem Parallel bildet und die jährliche Bewegung in dem ersteren  $\frac{du}{dt}$  bestimmt sein durch:

$$\left. \begin{aligned} \frac{du}{dt} \sin G_0 &= \mu' \\ \frac{du}{dt} \cos G_0 &= \mu \cos \delta_0, \end{aligned} \right\} \quad 41)$$

wobei man den Quadranten von  $G_0$  so bestimmen kann, dass  $\frac{du}{dt}$  stets positiv wird. Betrachtet man nun das sphärische Dreieck zwischen dem Pole des Äquators, der zur Zeit  $t_0$  stattfindet, dem auf denselben Äquator bezogenen und dem durch die Eigenbewegung geänderten Orte, so wird in diesem Dreiecke der Winkel am Pole  $\angle\alpha_0$ , am ungeänderten Orte  $90^\circ - G_0$ , an dem durch die Eigenbewegung bedingten Orte  $90^\circ + G_1$  sein, wenn man den mit  $G_0$  analogen Winkel mit  $G_1$  bezeichnet; die gegenüberliegenden Seiten werden beziehungsweise  $\angle u$ ,  $90^\circ - \delta_0 - \angle\delta_0$  und  $90^\circ - \delta_0$  sein. Es stellt sich daher vorerst die Aufgabe,  $\angle\alpha_0$  und  $\angle\delta_0$  aus  $G_0$ ,  $\angle u = \frac{du}{dt} (t_1 - t_0)$  und der bekannten Coordinate  $\delta_0$  zu bestimmen; die Grundformeln der sphärischen Trigonometrie auf dieses Dreieck angewandt, lassen leicht finden:

$$\left. \begin{aligned} \cos(\delta_0 + \angle\delta_0) \sin \angle\alpha_0 &= \cos G_0 \sin(\angle u) \\ \cos(\delta_0 + \angle\delta_0) \cos \angle\alpha_0 &= \cos \delta_0 \cos(\angle u) - \sin \delta_0 \sin G_0 \sin(\angle u) \\ \cos(\delta_0 + \angle\delta_0) \cos G_1 &= \cos \delta_0 \cos G_0 \\ \cos(\delta_0 + \angle\delta_0) \sin G_1 &= \cos \delta_0 \sin G_0 \cos(\angle u) - \sin \delta_0 \sin(\angle u) \\ \sin(\delta_0 + \angle\delta_0) &= \sin \delta_0 \cos(\angle u) + \cos \delta_0 \sin G_0 \sin(\angle u). \end{aligned} \right\} \quad 42)$$

Die Division der beiden ersten Gleichungen ergibt:

$$\operatorname{tg} \angle\alpha_0 = \frac{\cos G_0 \sec \delta_0 \operatorname{tg}(\angle u)}{1 - \sin G_0 \operatorname{tg} \delta_0 \operatorname{tg}(\angle u)}; \quad 43)$$

aus den letzten drei Gleichungen, die vollkommen so gebaut sind wie die Gleichungen 31) (pag. 213), erhält man sofort die Resultate, wenn man in den Gleichungen 35), 36) und 38) (pag. 214) schreibt:

$$\begin{aligned} \text{statt } \beta : \delta_0 + \angle\delta_0 & \quad \text{statt } \pi : -\angle u \\ \text{,, } (\lambda_1 - \Pi - l) : G_1 & \quad \text{,, } (\lambda_0 - \Pi) : G_0. \\ \text{,, } \beta_0 : \delta_0 & \end{aligned}$$

Es wird:

$$\left. \begin{aligned} r &= -\sin(\angle u) \{ \operatorname{tg} \delta_0 + \sin G_0 \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(\angle u) \} \\ \operatorname{tg} M &= \frac{r \cos G_0}{1 + r \sin G_0} \\ \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(\angle\delta_0) &= \frac{\sin(G_0 + \tfrac{1}{2}M)}{\cos \tfrac{1}{2}M} \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(\angle u) \\ G_1 &= G_0 + M, \end{aligned} \right\} \quad 44)$$

wodurch in Verbindung mit den Gleichungen 41) (pag. 217) und 43) (pag. 218)  $\angle\alpha_0$  und  $\angle\delta_0$  genau ermittelt werden kann. Bei der Kleinheit der meisten Eigenbewegungen und der Unsicherheit, die denselben anhaftet, wird man selbst für sehr entfernte Epochen auch bei polnahen Sternen nicht genöthigt sein, von den strengen Formeln Gebrauch zu machen und eine Entwicklung nach steigenden Potenzen der Zeit mit Vortheil anwenden. Geht man bis zu den Gliedern dritter Ordnung exclusive vor, so findet sich aus 43) und 44) (pag. 218):

$$\left. \begin{aligned} \angle\alpha_0 &= \mu t + \mu\mu' \operatorname{tg} \delta_0 \operatorname{arc} 1'' t^2 + \dots \\ \angle\delta_0 &= \mu' t - \tfrac{1}{2} \mu^2 \sin 2 \delta_0 \operatorname{arc} 1'' t^2 + \dots \end{aligned} \right\} \quad 45)$$

Die Berücksichtigung des ersten Gliedes allein ist wohl ausreichend und man hat sich bis jetzt fast stets damit begnügt. Durch  $\angle\alpha_0$  und  $\angle\delta_0$  sind jene Veränderungen

bestimmt, welche sich auf den mittlern Äquator zur Zeit  $t_0$  beziehen; will man bei der Übertragung der Coordinaten auf den zu  $t_1$  gehörenden mittleren Äquator dieselben berücksichtigen, so hat man statt der Formeln 40) (pag. 216) anzuwenden:

$$\left. \begin{aligned} p &= \{+ 23''030 + 0''000\ 142\ (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0) + 0''000\ 031\ (t_1 - t_0)^2 \\ n &= \{+ 20''05\ 150 - 0''0000\ 8669\ (t_0 - 1850) - \\ &\quad - 0''0000\ 0000\ 048\ (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\ &\quad + \{- 0''0000\ 4334 - 0''0000\ 0000\ 048\ (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 - \\ &\quad - 0''0000\ 0004\ 182\ (t_1 - t_0)^3 \\ m &= \{+ 46''05931 + 0''0002\ 8391\ (t_0 - 1850) + \\ &\quad + 0''0000\ 0000\ 088\ (t_0 - 1850)^2\} (t_1 - t_0) + \\ &\quad + \{+ 0''0001\ 4195 + 0''0000\ 0000\ 088\ (t_0 - 1850)\} (t_1 - t_0)^2 + \\ &\quad + 0''0000\ 0003\ 657\ (t_1 - t_0)^3 \\ q' &= \sin n \{ \operatorname{tg} (\delta_0 + \Delta\delta_0) + \cos (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} n \} \\ \operatorname{tg} L' &= \frac{q' \sin (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p)}{1 - q' \cos (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p)}, \quad \alpha_1 = \alpha_0 + \Delta\alpha_0 + m + L' \\ \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \{\delta_1 - (\delta_0 + \Delta\delta_0)\} &= \frac{\cos (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p + \tfrac{1}{2} L')}{\cos \tfrac{1}{2} L'} \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} n. \end{aligned} \right\} 46)$$

Man darf aber nicht glauben, dass die Producte der Eigenbewegung in die Präcession unmerklich sind; in der That werden die durch die Eigenbewegung bedingten jährlichen Änderungen für verschiedene Zeiten wesentlich geänderte Werthe annehmen, besonders, sobald der in Betracht gezogene Ort dem Pole nahe liegt. Will man die jährlichen Änderungen auf dem für die Zeit  $t_1$  geltenden mittleren Äquator kennen, so wird es zweckmässig sein, durch Differentiation der Ausgangsgleichungen 31) (pag. 213), welche durch die entsprechende Buchstabenversetzung (vergl. 18) (pag. 204) und Einführung von  $\alpha_0 + \Delta\alpha_0$  und  $\delta_0 + \Delta\delta_0$  statt  $\lambda$  und  $\beta$  auf den Äquator übertragen, die Gestalt:

$$\left. \begin{aligned} \cos \delta_1 \sin (\alpha_1 + p - m) &= \cos (\delta_0 + \Delta\delta_0) \sin (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \\ \cos \delta_1 \cos (\alpha_1 + p - m) &= \cos (\delta_0 + \Delta\delta_0) \cos (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \cos n - \sin (\delta_0 + \Delta\delta_0) \sin n \\ \sin \delta_1 &= \cos (\delta_0 + \Delta\delta_0) \cos (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \sin n + \sin (\delta_0 + \Delta\delta_0) \cos n, \end{aligned} \right\} 47)$$

annehmen, die diesbezüglichen Variationen von  $\alpha_1$  und  $\delta_1$  zu ermitteln. Man erhält, indem man das in der Folge nicht nöthige Differential der dritten Gleichung der Vollständigkeit halber anschreibt:

$$\left. \begin{aligned} \cos (\alpha_1 + p - m) \cos \delta_1 \mu_1 - \sin (\alpha_1 + p - m) \sin \delta_1 \mu_1' &= \\ &= \cos (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \cos (\delta_0 + \Delta\delta_0) \mu_0 - \\ &\quad - \sin (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \sin (\delta_0 + \Delta\delta_0) \mu_0', \\ - \sin (\alpha_1 + p - m) \cos \delta_1 \mu_1 - \cos (\alpha_1 + p - m) \sin \delta_1 \mu_1' &= \\ &= - \sin (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \cos (\delta_0 + \Delta\delta_0) \cos n \mu_0 - \\ &\quad - \{ \cos (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \sin (\delta_0 + \Delta\delta_0) \cos n + \\ &\quad + \cos (\delta_0 + \Delta\delta_0) \sin n \} \mu_0', \\ \cos \delta_1 \mu_1' &= - \sin (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \cos (\delta_0 + \Delta\delta_0) \sin n \mu_0 - \\ &\quad - \{ \cos (\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \sin (\delta_0 + \Delta\delta_0) \sin n - \\ &\quad - \cos (\delta_0 + \Delta\delta_0) \cos n \} \mu_0'; \end{aligned} \right\} 48)$$

die rechten Theile der beiden ersten Gleichungen können mit Benützung der Relationen 47) (pag. 219) auch in der folgenden Form geschrieben werden:

$$\left. \begin{aligned} & \{\cos(\alpha_1 + p - m) \cos \delta_1 \cos n + \sin \delta_1 \sin n\} \mu_0 - \\ & - \sin(\alpha_1 + p - m) \cos \delta_1 \operatorname{tg}(\delta_0 + \Delta\delta_0) \mu_0', \\ & - \sin(\alpha_1 + p - m) \cos \delta_1 \cos n \mu_0 - \\ & - \{\cos(\alpha_1 + p - m) \cos \delta_1 \operatorname{tg}(\delta_0 + \Delta\delta_0) + \sec(\delta_0 + \Delta\delta_0) \sin n\} \mu_0'. \end{aligned} \right\} 49)$$

Multiplicirt man den ersten dieser Ausdrücke mit  $\cos(\alpha_1 + p - m)$ , den zweiten mit  $-\sin(\alpha_1 + p - m)$ , addirt und führt mit den linken Theilen der beiden ersten Gleichungen in 48) (pag. 219) dasselbe aus, und wiederholt dieselben Operationen, indem man als Factoren bezüglich  $-\sin(\alpha_1 + p - m)$  und  $-\cos(\alpha_1 + p - m)$  benützt, so gelangt man, wenn bei der letzteren Transformation die aus den beiden letzten der Gleichungen 47) (pag. 219) resultirende Relation:

$$\sin(\delta_0 + \Delta\delta_0) = \sin \delta_1 \cos n - \cos(\alpha_1 + p - m) \cos \delta_1 \sin n$$

beachtet wird, leicht zu den folgenden Ausdrücken:

$$\left. \begin{aligned} f &= \cos n + \cos(\alpha_1 + p - m) \operatorname{tg} \delta_1 \sin n \\ g &= \sin(\alpha_1 + p - m) \sin n \\ \mu_1 &= f\mu_0 + \frac{g}{\cos \delta_1 \cos(\delta_0 + \Delta\delta_0)} \mu_0' \\ \mu_1' &= -g\mu_0 + f \frac{\cos \delta_1}{\cos(\delta_0 + \Delta\delta_0)} \mu_0' \end{aligned} \right\} 50)$$

für den Winkel  $\alpha_1 + p - m$  kann auch  $\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p + L'$  geschrieben werden.

Die Formeln 45) (pag. 218), 46) (pag. 219) und 50) (pag. 220) sollen nun durch ein Beispiel erläutert und hierzu das oben (pag. 216) durchgeführte, den Polarstern betreffende Beispiel verwendet werden. Wird die für 1883.0 geltende Eigenbewegung:

$$\mu_0 = + 1''821, \quad \mu_0' = + 0''005,$$

angesetzt, so resultirt nach 45) (pag. 218), da  $t = -128$  anzunehmen ist:

$$\begin{aligned} \Delta\alpha_0 &= -233''088 + 0''032 = -3'53''06 \\ \Delta\delta_0 &= -0''640 - 0''003 = -0''64. \end{aligned}$$

Nach 46) (pag. 219) stellt sich die Rechnung wie folgt:

|                                                                                                                                        |                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p = 18^\circ 4' 57''1$                                                                                    | $\delta_0 + \Delta\delta_0 = + 88^\circ 41' 5''26$                                                                      |
| $\sin(\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \quad 9.491 \ 903$                                                                                | $q' \sin(\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \quad 9_n 225 \ 861$                                                            |
| $\cos(\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \quad 9.978 \ 003$                                                                                | $L' - 6^\circ 20' 5''83$                                                                                                |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} n \quad 7_n 793 \ 951$                                                                                  | $\frac{1}{2} L' - 3 \ 10 \ 2.91$                                                                                        |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} n \cos(\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \quad 7_n 771 \ 954$                                              | $\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p + \frac{1}{2} L' \quad 14 \ 54 \ 54.2$                                                   |
| $\operatorname{tg}(\delta_0 + \Delta\delta_0) \quad 1.639 \ 053$                                                                       | $\cos(\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p + \frac{1}{2} L') \quad 9.985 \ 116$                                                |
| Add: $9.999 \ 941$                                                                                                                     | $\sec \frac{1}{2} L' \quad 0.000 \ 664$                                                                                 |
| $\operatorname{tg}(\delta_0 + \Delta\delta_0) + \operatorname{tg} \frac{1}{2} n \cos(\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \quad 1.638 \ 994$ | $\operatorname{tg} \frac{1}{2} \{\delta_1 - (\delta_0 + \Delta\delta_0)\} \quad 7_n 779 \ 731$                          |
| $\sin n \quad 8_n 094 \ 964$                                                                                                           | $\frac{1}{2} \{\delta_1 - (\delta_0 + \Delta\delta_0)\} - 0^\circ 20' 42''08$                                           |
| $q' \quad 9_n 733 \ 958$                                                                                                               | $\delta_1 - (\delta_0 + \Delta\delta_0) - 0 \ 41 \ 24.16$                                                               |
| $q' \cos(\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \quad 9_n 711 \ 961$                                                                           |                                                                                                                         |
| $1 - q' \cos(\alpha_0 + \Delta\alpha_0 + p) \quad 0.180 \ 465$                                                                         | $1755.0 \left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 \quad 10^\circ 55' 44''75 \\ \delta_1 + 87 \ 59 \ 41.10. \end{array} \right.$ |

Um nun die für den mittleren Äquator 1755.0 geltende jährliche Eigenbewegung zu erhalten, hat man nach 50) (pag. 220):

|                              |             |                                                                                        |          |
|------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| $\cos \delta_1$              | 8.543 95    | $\sec(\delta_0 + \mathcal{A}\delta_0)$                                                 | 1.639 17 |
| $\alpha_1 + p - m$           | 11° 44' 51" | $\sec \delta_1 \sec(\delta_0 + \mathcal{A}\delta_0)$                                   | 3.095 22 |
| $\sin(\alpha_1 + p - m)$     | 9.308 78    | $\cos \delta_1 \sec(\delta_0 + \mathcal{A}\delta_0)$                                   | 0.183 12 |
| $\sin n$                     | 8.094 96    | $g \sec \delta_1 \sec(\delta_0 + \mathcal{A}\delta_0)$                                 | 0.498 96 |
| $\cos(\alpha_1 + p - m)$     | 9.990 81    | $f \cos \delta_1 \sec(\delta_0 + \mathcal{A}\delta_0)$                                 | 9.997 34 |
| $\operatorname{tg} \delta_1$ | 1.455 78    | $f \mu_0$                                                                              | + 1"187  |
| $f - \cos n$                 | 9.541 55    | $g \sec \delta_1 \sec(\delta_0 + \mathcal{A}\delta_0) \mu_0' -$                        | 0"016    |
| $\cos n$                     | 9.999 97    | $- g \mu_0$                                                                            | + 0"005  |
| Add:                         | 9.814 25    | $f \cos \delta_1 \sec(\delta_0 + \mathcal{A}\delta_0) \mu_0' +$                        | 0"005    |
| $f$                          | 9.814 22    | $1755.0 \left\{ \begin{array}{l} \mu_1 + 1"171 \\ \mu_1' + 0"010. \end{array} \right.$ |          |
| $g$                          | 7.403 74    |                                                                                        |          |

Es sollen nun die Gleichungen 46) (pag. 219) nach steigenden Potenzen der Zeit entwickelt und hierbei die Glieder dritter Ordnung mitgenommen werden; nur in den von der Eigenbewegung abhängigen Gliedern genügt es, sich auf die in den Ausdrücken 45) angesetzten zweiten Potenzen zu beschränken, welche letztere ohnedies schon nicht sehr merklich hervortreten können. Es wird sich zeigen, dass man in der Regel, besonders in den Fällen, in welchen das Glied dritter Ordnung berechnet werden muss, das Resultat weit rascher und sicherer durch die Anwendung der strengen Formeln erhält, als durch die folgenden Reihenentwicklungen. Wendet man auf  $\operatorname{tg} L'$  die oben [Gleichung 4) 6) 10) (pag. 29, 30)] gegebenen Reihenentwicklungen an, so findet sich zunächst:

$L' = q' \sin(\alpha_0 + \mathcal{A}\alpha_0 + p) + \frac{1}{2} q'^2 \sin 2(\alpha_0 + \mathcal{A}\alpha_0 + p) + \frac{1}{3} q'^3 \sin 3(\alpha_0 + \mathcal{A}\alpha_0 + p) + \dots$   
oder auch:

$$\left. \begin{aligned} L' = & q' \sin \alpha_0 + \frac{1}{2} q'^2 \sin 2\alpha_0 + \frac{1}{3} q'^3 \sin 3\alpha_0 \\ & + q'(\mathcal{A}\alpha_0 + p) \cos \alpha_0 - \frac{1}{2} q'(\mathcal{A}\alpha_0 + p)^2 \sin \alpha_0 \\ & + q'^2(\mathcal{A}\alpha_0 + p) \cos 2\alpha_0 \dots \end{aligned} \right\} 51)$$

Andrerseits erhält man, wenn abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} n &= n_1 t + n_2 t^2 + n_3 t^3 + \dots \\ m &= m_1 t + m_2 t^2 + m_3 t^3 + \dots \\ p &= p_1 t + p_2 t^2 + p_3 t^3 + \dots \\ \mathcal{A}\delta_0 &= \mathcal{A}_1 t + \mathcal{A}_2 t^2 + \dots \\ \mathcal{A}\delta_0 &= R_1 t + R_2 t^2 + \dots, \end{aligned} \right\} 52)$$

gesetzt wird, wobei die Bedeutung dieser Buchstaben leicht durch Vergleich mit den drei letzten Formeln 15) (pag. 202) und 45) (pag. 218) erkannt wird, mit Berücksichtigung der Glieder dritter Ordnung:

$$\begin{aligned} q' = & \{n_1 t + n_2 t^2 + (n_3 - \frac{1}{6} n_1^3) t^3\} \left\{ \operatorname{tg} \delta_0 + \frac{\mathcal{A}\delta_0}{\cos \delta_0^2} + \frac{\mathcal{A}\delta_0^2}{\cos \delta_0^2} \operatorname{tg} \delta_0 + \right. \\ & \left. + [\cos \alpha_0 - (\mathcal{A}\alpha_0 + p) \sin \alpha_0] [\frac{1}{2} n_1 t + \frac{1}{2} n_2 t^2] \right\}, \end{aligned}$$

und geordnet nach Potenzen der Zeit:

$$\begin{aligned} q' &= n_1 \operatorname{tg} \delta_0 t + \{n_2 \operatorname{tg} \delta_0 + \tfrac{1}{2} n_1^2 \cos \alpha_0 + \frac{\mathcal{A}_1 n_1}{\cos \delta_0^2}\} t^2 + \\ &\quad + \{(n_3 - \tfrac{1}{6} n_1^3) \operatorname{tg} \delta_0 + n_1 n_2 \cos \alpha_0 - \tfrac{1}{2} n_1^2 (p_1 + R_1) \sin \alpha_0 + \\ &\quad + \frac{\mathcal{A}_2 n_1}{\cos \delta_0^2} + \frac{\mathcal{A}_1^2 n_1}{\cos \delta_0^2} \operatorname{tg} \delta_0 + \frac{n_2 \mathcal{A}_1}{\cos \delta_0^2}\} t^3 + \dots \\ q'^2 &= n_1^2 \operatorname{tg} \delta_0^2 t^2 + \{2n_1 n_2 \operatorname{tg} \delta_0^2 + n_1^3 \cos \alpha_0 \operatorname{tg} \delta_0 + \frac{2n_1^2 \mathcal{A}_1}{\cos \delta_0^2} \operatorname{tg} \delta_0\} t^3 \\ q'^3 &= n_1^3 \operatorname{tg} \delta_0^3 t^3. \end{aligned}$$

Es wird sonach, wenn man ähnlich wie früher für  $t$  die Bezeichnung  $t_1 - t_0$  einführt, überdies die von der Eigenbewegung abhängigen Glieder nach 45) (pag. 218) durch die Grössen  $\mu_0$  und  $\mu'_0$  ausdrückt und überall, weil eine Verwechslung in diesem Falle nicht möglich ist und sich diese letzteren Grössen auf das Äquinocmium der Epoche der Sternposition beziehen, bei  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\mu$  und  $\mu'$  den Null-Index fortlässt:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1 &= \alpha + \mathcal{A}_1(t_1 - t_0) + \mathcal{A}_2(t_1 - t_0)^2 + \mathcal{A}_3(t_1 - t_0)^3 \\ \mathcal{A}_1 &= m_1 + n_1 \sin \alpha \operatorname{tg} \delta + \mu \\ \mathcal{A}_2 &= m_2 + \tfrac{1}{2} n_1^2 \sin 2\alpha + \mu' n_1 \sin \alpha + \operatorname{tg} \delta \{n_2 \sin \alpha + (p_1 + \mu) n_1 \cos \alpha + \mu \mu'\} + \\ &\quad + \operatorname{tg} \delta^2 \{\tfrac{1}{2} n_1^2 \sin 2\alpha + \mu' n_1 \sin \alpha\} \\ \mathcal{A}_3 &= m_3 + \tfrac{1}{2} n_1 n_2 \sin 2\alpha + \tfrac{1}{2} n_1^2 (p_1 + \mu) \cos 2\alpha + n_2 \mu' \sin \alpha + n_1 \mu' (p_1 + \mu) \cos \alpha + \\ &\quad + \operatorname{tg} \delta \{[n_3 + \tfrac{1}{12} n_1^3 - \tfrac{n_1}{2} (p_1 + \mu)^2 - \tfrac{n_1}{2} \mu^2 + n_1 \mu'^2] \sin \alpha + [n_2 (p_1 + \mu) + \\ &\quad + n_1 p_2] \cos \alpha + n_1^2 \mu' \sin 2\alpha + \tfrac{1}{2} n_1^3 \sin 3\alpha\} + \\ &\quad + \operatorname{tg} \delta^2 \{n_1 n_2 \sin 2\alpha + n_1^2 (p_1 + \mu) \cos 2\alpha + (p_1 + 2\mu) \mu' n_1 \cos \alpha + n_2 \mu' \sin \alpha\} + \\ &\quad + \operatorname{tg} \delta^3 \{\tfrac{1}{2} n_1^3 \sin 3\alpha + n_1 \mu'^2 \sin \alpha + n_1^2 \mu' \sin 2\alpha\}. \end{aligned} \right\} 53a)$$

Für die Declination ergibt sich aus der letzten Gleichung in 46) (pag. 219) durch ähnliche Transformationen:

$$\left. \begin{aligned} \delta_1 &= \delta + D_1(t_1 - t_0) + D_2(t_1 - t_0)^2 + D_3(t_1 - t_0)^3 \\ D_1 &= n_1 \cos \alpha + \mu' \\ D_2 &= n_2 \cos \alpha - n_1 (p_1 + \mu) \sin \alpha - \tfrac{1}{2} \mu^2 \sin 2\delta - \tfrac{1}{2} n_1^2 \sin \alpha^2 \operatorname{tg} \delta \\ D_3 &= \cos \alpha \{n_3 - \tfrac{1}{6} n_1^3 \sin \alpha^2 - \tfrac{1}{2} n_1 (p_1 + \mu)^2\} - \sin \alpha \{n_2 (p_1 + \mu) + \\ &\quad + n_1 p_2 + \tfrac{1}{2} \mu' n_1^2 \sin \alpha\} - \\ &\quad - \operatorname{tg} \delta \sin \alpha \{n_1^2 (p_1 + \mu) \cos \alpha + n_1 n_2 \sin \alpha + n_1 \mu \mu'\} - \\ &\quad - \operatorname{tg} \delta^2 \sin \alpha^2 \{\tfrac{1}{2} n_1^3 \cos \alpha + \tfrac{1}{2} n_1^2 \mu'\}, \end{aligned} \right\} 53b)$$

in welchen Ausdrücken zu setzen ist [vergl. 52) pag. 221 mit 15) pag. 202]:

$$\left. \begin{aligned} m_1 &= +46''05931 + 0''00028391(t_0 - 1850) + 0''0000000088(t_0 - 1850)^2 \\ n_1 &= +20''05150 - 0''00008669(t_0 - 1850) - 0''0000000048(t_0 - 1850)^2 \\ p_1 &= +23''030 + 0''000142(t_0 - 1850) \\ m_2 &= +0''00014195 + 0''0000000088(t_0 - 1850) \\ n_2 &= -0''00004334 - 0''0000000048(t_0 - 1850) \\ p_2 &= +0''000031 \\ m_3 &= +0''00000003657 \\ n_3 &= -0''00000004182. \end{aligned} \right\} 53c)$$

In den Ausdrücken für  $\mathcal{A}_2$ ,  $\mathcal{A}_3$  und  $D_2$ ,  $D_3$  hat man bei der Rechnung darauf zu achten, Alles homogen zu erhalten, daher, um Alles in Bogensekunden auszudrücken,



die Glieder zweiter Dimension mit  $\text{arc } 1''$ , jene dritter Dimension mit  $(\text{arc } 1'')^2$  zu multipliciren.

Die Gleichungen 53a), 53b), 53c) (pag. 222) enthalten somit die Lösung des Problems, mit Rücksicht auf die Eigenbewegung die Präcession nach Potenzen der Zeit bis zu den Gliedern dritter Ordnung inclusive zu berechnen. Hat man eine solche Übertragung nur für einen oder wenige Zeitmomente auszuführen, so wird die Benützung der strengen Formeln 46) (pag. 219) das Ziel rascher und sicherer erreichen lassen, während die Anwendung der obigen Formeln 53abc) wesentliche Vortheile bieten wird, sobald viele Orte für verschiedene mittlere Äquinoccien zu ermitteln sein werden. Die Rechnung nach denselben lässt sich aber durch geeignete Hilfstafeln sehr wesentlich vereinfachen; sondert man zunächst jene Glieder, welche von der Eigenbewegung abhängen, so lassen sich die mit dem Quadrate der Zeit multiplicirten Glieder auf die Form:

$$\left. \begin{aligned} \frac{200}{15} A_2 &= a_2^0 + a_2^1 \text{tg } \delta + a_2^2 \text{tg } \delta^2 \\ 200 D_2 &= d_2^0 + d_2^1 \text{tg } \delta, \end{aligned} \right\} 54a)$$

bringen, wobei offenbar gesetzt wurde:

$$\left. \begin{aligned} a_2^0 &= \frac{200}{15} \{m_2 + \frac{1}{4} n_1^2 \sin 2\alpha\} \\ a_2^1 &= \frac{200}{15} \{n_2 \sin \alpha + p_1 n_1 \cos \alpha\} \\ a_2^2 &= \frac{200}{15} \{\frac{1}{2} n_1^2 \sin 2\alpha\} \\ d_2^0 &= 200 \{n_2 \cos \alpha - n_1 p_1 \sin \alpha\} \\ d_2^1 &= 200 \{-\frac{1}{2} n_1^2 \sin \alpha^2\}. \end{aligned} \right\} 54b)$$

Die Multiplication mit 200 bewirkt, dass man dadurch unmittelbar die Änderung des ersten Gliedes der Präcession in hundert Jahren erhält, welche man Variatio säcularis nennt; die Division mit 15 in den Rectascensions-Gliedern wird bewirken, dass die Säcularvariation in der Rectascension sofort in Zeitsekunden erhalten wird. Die von der Eigenbewegung abhängigen Glieder werden, wenn man dieselben ebenfalls beziehungsweise mit  $\frac{200}{15}$  und 200 multiplicirt, die durch jene Grösse bewirkte Correction der Säcularvariation ergeben. Man wird finden:

$$\left. \begin{aligned} \Delta \alpha_2 &= \left\{ \frac{200}{15} n_1 \cos \alpha \text{tg } \delta \right\} \mu + \left\{ \frac{200}{15} n_1 \frac{\sin \alpha}{\cos \delta^2} \right\} \mu' + \frac{200}{15} \text{tg } \delta \mu \mu' \\ \Delta \delta_2 &= -200 n_1 \sin \alpha \mu - 50 \sin 2\delta \mu^2, \end{aligned} \right\} 54c)$$

in welchen Formeln  $\mu$  und  $\mu'$  in Bogensekunden angesetzt gedacht sind.

Die Glieder  $a_2^0$ ,  $a_2^1$ ,  $a_2^2$ ,  $d_2^0$  und  $d_2^1$  lassen sich leicht in Tafeln bringen, die mit dem Argumente: Rectascension, von Zeitminute zu Zeitminute tabulirt sind. Die Tafel XII gibt entsprechend den Überschriften die diesbezüglichen Coëfficienten und zwar in zwei Columnen, deren erste die für 1850 geltenden Hauptwerthe, deren zweite die Säcularänderung der Hauptwerthe in Einheiten der letzten Decimale derselben enthält, weshalb, wenn mit  $t$  die Jahreszahl des vorgelegten Datums bezeichnet wird, die Zahlen der zweiten Columne mit  $\tau = \frac{1}{100} (t - 1850)$  multiplicirt als Correctionen an die Hauptwerthe anzubringen sind. Es wäre in mancher Beziehung

bequemer gewesen, statt der Zahlenwerthe der  $a_2^1$ ,  $a_2^2$  und  $d_2^1$  Coëfficienten sofort die Logarithmen in die Tafel einzusetzen, doch war der Umstand, dass die Interpolation dann nicht in allen Theilen der Tafel möglich wird, massgebend, die Zahlen selbst aufzunehmen. In der Tafel wurden einige Stellen mehr angesetzt, als dies z. B. bei der von Menten construirten Tafel geschehen ist, um selbst für dem Pole recht nahe stehende Sterne, für welche  $\operatorname{tg} \delta$  zu beträchtlichen Werthen anwächst, hinreichend genaue Ausdrücke erhalten zu können; ist aber  $\operatorname{tg} \delta$  in einem speciellen Falle kleiner als die Einheit, so wird man ohne Nachtheil sich nur auf die ersten vier Decimalstellen beschränken dürfen.

Drückt man  $\mu$  in Zeitsekunden,  $\mu'$  in Bogensekunden aus, so wird man zur Berechnung der Correction der Säcularvariation für Eigenbewegung mit Benützung der hier entwickelten numerischen Präcessionscoëfficienten haben:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{t - 1850}{100} \\ \Delta a_2 &= \overline{(8.28875 - 0.00019 \tau)} \cos \alpha \operatorname{tg} \delta \mu + \overline{(7.11266 - 0.00019 \tau)} \frac{\sin \alpha}{\cos \delta^2} \mu' \\ &\quad + \overline{(6.9866)} \operatorname{tg} \delta \mu \mu' \\ \Delta d_2 &= \overline{(9.46484 - 0.00019 \tau)} \sin \alpha \mu + \overline{(8.7367)} \sin 2\delta \mu^2. \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \Delta a_2 \\ \Delta d_2 \end{aligned}} \right\} 54d)$$

Die überstrichenen Coëfficienten sind logarithmisch angesetzt, wobei der für die Charakteristik erforderliche Zusatz  $-10$  fortgelassen ist; die mit  $\tau$  multiplicirten Glieder geben die Änderung dieser Logarithmen in 100 Jahren, von der Epoche 1850 an gezählt. In Auwers' Fundamental-Catalog für die Zonenbeobachtungen finden diese von der Eigenbewegung abhängigen Glieder ihre Berücksichtigung durch die Angabe einer veränderlichen Eigenbewegung, in Newcomb's Fundamentalcatalog der Zeitsterne sind dieselben mit der Säcularvariation vereinigt, gewöhnlich wird aber diese oft nicht ganz unbeträchtliche Correction vernachlässigt.

Um die dritten Glieder der Präcession bequem berechnen zu können, wird man nach Abtrennung der von der Eigenbewegung abhängigen Glieder setzen können:

$$\left. \begin{aligned} \frac{(100)^3}{15} A_3 &= a_3^0 + a_3^1 \operatorname{tg} \delta + a_3^2 \operatorname{tg} \delta^2 + a_3^3 \operatorname{tg} \delta^3 \\ (100)^3 D_3 &= d_3^0 + d_3^1 \operatorname{tg} \delta + d_3^2 \operatorname{tg} \delta^2, \end{aligned} \right\} 55a)$$

wobei wieder zur Abkürzung geschrieben ist:

$$\left. \begin{aligned} a_3^0 &= \frac{(100)^3}{15} \{m_3 + \frac{1}{3} n_1 n_2 \sin 2\alpha + \frac{1}{3} n_1^2 p_1 \cos 2\alpha\} \\ a_3^1 &= \frac{(100)^3}{15} \{(n_3 - \frac{1}{3} n_1^3 - \frac{1}{3} n_1 p_1^2) \sin \alpha + (n_2 p_1 + n_1 p_2) \cos \alpha + n_1^3 \cos \alpha^2 \sin \alpha\} \\ a_3^2 &= \frac{(100)^3}{15} \{n_1 n_2 \sin 2\alpha + n_1^2 p_1 \cos 2\alpha\} \\ a_3^3 &= \frac{(100)^3}{15} \{\frac{1}{3} n_1^3 \sin 3\alpha\} \\ d_3^0 &= (100)^3 \{(n_3 - \frac{1}{3} n_1 p_1^2) \cos \alpha - \frac{1}{3} n_1^3 \cos \alpha \sin \alpha^2 - (n_2 p_1 + n_1 p_2) \sin \alpha\} \\ d_3^1 &= (100)^3 \{-n_1^2 p_1 \sin \alpha \cos \alpha - n_1 n_2 \sin \alpha^2\} \\ d_3^2 &= (100)^3 \{-\frac{1}{3} n_1^3 \cos \alpha \sin \alpha^2\}, \end{aligned} \right\} 55b)$$

welche Werthe in der Tafel XII Aufnahme gefunden haben; der Gebrauch der

letztern ist schon oben (pag. 223) bei der Berechnung der Variatio säcularis auseinander gesetzt worden, weshalb ich in dieser Beziehung auf die dort gemachten Bemerkungen verweise. Zu den Säculargliedern wäre zu bemerken, dass die vollständige Entwicklung derselben mit Hilfe der vorhandenen Präcessionscoëfficienten nicht möglich ist, indem diese eigentlich Glieder vierter Ordnung darstellen; die merklich werdenden Coëfficienten dieser Gattung lassen sich aber ohne Schwierigkeit aus den vorhandenen in 53c) (pag. 222) aufgeführten Zahlen berechnen und haben in der Tafel XII ihre Aufnahme gefunden.

Die von der Eigenbewegung abhängigen Correctionen der dritten Glieder in der Präcession, welche bisher keine Berücksichtigung gefunden haben und in der That in den meisten Fällen kaum merklich hervortreten, finden sich nach den Formeln 53a) und 53b) (pag. 222) nach einigen leichten Transformationen wie folgt:

$$\begin{aligned} \Delta\alpha_3 &= \frac{(100)^3}{15} \left\{ \mu [n_1^2 \cos 2\alpha (\frac{1}{2} + \operatorname{tg} \delta^2) + (n_2 \cos \alpha - n_1 p_1 \sin \alpha) \operatorname{tg} \delta] + \right. \\ &\quad + \mu' \left[ n_2 \frac{\sin \alpha}{\cos \delta^2} + n_1^2 \sin 2\alpha \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos \delta^2} + p_1 n_1 \frac{\cos \alpha}{\cos \delta^2} \right] + \\ &\quad + \mu\mu' [2 n_1 \cos \alpha (\frac{1}{2} + \operatorname{tg} \delta^2)] + \\ &\quad + \mu^2 [-n_1 \sin \alpha \operatorname{tg} \delta] + \\ &\quad \left. + \mu'^2 \left[ n_1 \sin \alpha \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos \delta^2} \right] \right\} \\ \Delta\delta_3 &= - \frac{(100)^3}{15} \left\{ \mu [n_1 p_1 \cos \alpha + n_2 \sin \alpha + \frac{1}{2} n_1^2 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta] + \right. \\ &\quad + \mu' \left[ \frac{1}{2} n_1^2 \frac{\sin \alpha^2}{\cos \delta^2} \right] + \mu^2 [\frac{1}{2} n_1 \cos \alpha] \\ &\quad \left. + \mu\mu' [n_1 \sin \alpha \operatorname{tg} \delta] \right\}, \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \Delta\alpha_3 &= \frac{(100)^3}{15} \left\{ \mu [n_1^2 \cos 2\alpha (\frac{1}{2} + \operatorname{tg} \delta^2) + (n_2 \cos \alpha - n_1 p_1 \sin \alpha) \operatorname{tg} \delta] + \right. \\ &\quad + \mu' \left[ n_2 \frac{\sin \alpha}{\cos \delta^2} + n_1^2 \sin 2\alpha \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos \delta^2} + p_1 n_1 \frac{\cos \alpha}{\cos \delta^2} \right] + \\ &\quad + \mu\mu' [2 n_1 \cos \alpha (\frac{1}{2} + \operatorname{tg} \delta^2)] + \\ &\quad + \mu^2 [-n_1 \sin \alpha \operatorname{tg} \delta] + \\ &\quad \left. + \mu'^2 \left[ n_1 \sin \alpha \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos \delta^2} \right] \right\}} \right\} 55c)$$

oder numerisch, wenn  $\mu$  in Zeitsekunden,  $\mu'$  in Bogensekunden angenommen und die Coëfficienten in derselben Weise wie oben (pag. 224) logarithmisch angesetzt werden:

$$\begin{aligned} \Delta\alpha_3 &= \{ \overline{7.6744} \cos 2\alpha + \overline{6.3225} \cos \alpha + \overline{8.0356} \sin \alpha \} \operatorname{tg} \delta + \overline{7.9754} \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \} \mu \\ &\quad + \left\{ \overline{5.1464} \frac{\sin \alpha}{\cos \delta^2} + \overline{6.8595} \frac{\cos \alpha}{\cos \delta^2} + \overline{6.7994} \sin 2\alpha \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos \delta^2} \right\} \mu' + \\ &\quad + \{ \overline{6.6733} \cos \alpha + \overline{6.9743} \cos \alpha \operatorname{tg} \delta^2 \} \mu\mu' + \\ &\quad + \{ \overline{7.8494} \sin \alpha \operatorname{tg} \delta \} \mu^2 + \\ &\quad + \left\{ \overline{5.4972} \sin \alpha \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos \delta^2} \right\} \mu'^2 \\ \Delta\delta_3 &= \{ \overline{9.2117} \cos \alpha + \overline{7.4986} \sin \alpha + \overline{8.8505} \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta \} \mu + \\ &\quad + \left\{ \overline{7.6744} \frac{\sin \alpha^2}{\cos \delta^2} \right\} \mu' + \{ \overline{8.7244} \cos \alpha \} \mu^2 + \{ \overline{7.8494} \sin \alpha \operatorname{tg} \delta \} \mu\mu'. \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \Delta\alpha_3 &= \{ \overline{7.6744} \cos 2\alpha + \overline{6.3225} \cos \alpha + \overline{8.0356} \sin \alpha \} \operatorname{tg} \delta + \overline{7.9754} \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \} \mu \\ &\quad + \left\{ \overline{5.1464} \frac{\sin \alpha}{\cos \delta^2} + \overline{6.8595} \frac{\cos \alpha}{\cos \delta^2} + \overline{6.7994} \sin 2\alpha \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos \delta^2} \right\} \mu' + \\ &\quad + \{ \overline{6.6733} \cos \alpha + \overline{6.9743} \cos \alpha \operatorname{tg} \delta^2 \} \mu\mu' + \\ &\quad + \{ \overline{7.8494} \sin \alpha \operatorname{tg} \delta \} \mu^2 + \\ &\quad + \left\{ \overline{5.4972} \sin \alpha \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos \delta^2} \right\} \mu'^2 \\ \Delta\delta_3 &= \{ \overline{9.2117} \cos \alpha + \overline{7.4986} \sin \alpha + \overline{8.8505} \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta \} \mu + \\ &\quad + \left\{ \overline{7.6744} \frac{\sin \alpha^2}{\cos \delta^2} \right\} \mu' + \{ \overline{8.7244} \cos \alpha \} \mu^2 + \{ \overline{7.8494} \sin \alpha \operatorname{tg} \delta \} \mu\mu'. \end{aligned}} \right\} 55d)$$

Schliesslich wäre noch hervorzuheben, dass man durch eine entsprechende Veränderung der jährlichen Eigenbewegung eines Sternes leicht den Übergang von der im vorliegenden Werke benützten Bessel'schen Präcessionsconstante auf die gegenwärtig ziemlich häufig benützte Struve'sche bewerkstelligen kann. Da nämlich die säcularen Änderungen der Struve'schen Präcessionscoëfficienten auf Massen beruhen, die den Le-Verrier'schen Annahmen, welche den vorstehenden Entwicklungen zu Grunde gelegt wurden, sehr nahe kommen, so sind in der That die

Glieder zweiter und höherer Ordnung als identisch anzusehen; man hat daher nur die ersten Glieder der obigen Werthe von  $m$  und  $n$  (pag. 203) beziehungsweise um  $0''01724$  und  $0''00489$  zu vermehren, um den Übergang auf die Struve'schen Constanten der Hauptsache nach herzustellen. Es ist somit, wenn auf diese Unterschiede nur in den Gliedern erster Ordnung in den Formeln 53a) und 53b) (pag. 222) Rücksicht genommen wird, zu setzen:

$$\left. \begin{aligned} \mu_B &= \mu_S + 0''00115 + 0''00033 \sin \alpha \operatorname{tg} \delta \\ \mu'_B &= \mu'_S + 0''0049 \cos \alpha, \end{aligned} \right\} 56)$$

in welchen Formeln  $\mu_S$  und  $\mu'_S$  die mit Struve's Werthen erhaltenen Beträge der Eigenbewegungen vorstellen,  $\mu_B$  und  $\mu'_B$  dagegen diejenigen sind, welche man bei Benützung der im vorliegenden Werke entwickelten Präcessionscoëfficienten anzuwenden hätte. Man kann auch, ohne der Genauigkeit allzusehr Eintrag zu thun, statt der obigen Werthe setzen:

$$\begin{aligned} \mu_B &= \mu_S + 0''00040 + \frac{1}{41} \frac{\text{jährl. Präcess. in AR.}}{100} \\ \mu'_B &= \mu'_S + \frac{1}{41} \frac{\text{jährl. Präcess. in Decl.}}{100}. \end{aligned}$$

Als Beispiel der Anwendung der vorstehenden Formeln nehme ich den Stern Camelop. 23 Hev. vor, dessen Ort sich auf pag. 72 von Auwers' „Fundamental-Catalog für die Zonenbeobachtungen“ findet. Man hat danach für das mittlere Äquinocinium 1875.0 für diesen Stern anzunehmen:

$$\begin{aligned} \alpha &= 6^h 24^m 51^s 823 & \delta &= + 79^\circ 41' 36'' 52 \\ \mu_S &= - 0''0230 & \mu'_S &= - 0''658. \end{aligned}$$

Zunächst soll die angeführte Position für das vernachlässigte, von der Erdbahnenexcentricität abhängige Glied (vergl. pag. 115 ff.) corrigirt werden; man findet nach Formel 12a) (pag. 115):

$$(\alpha' - \alpha)_{II} = + 0''127 \quad (\delta' - \delta)_{II} = + 0''02,$$

um welche Beträge die obigen Coordinaten zu vermindern sind, hat also anzunehmen:

$$\begin{aligned} \alpha &= 6^h 24^m 51^s 696 = 96^\circ 12' 55'' 44 \\ \delta &= + 79^\circ 41' 36'' 50; \end{aligned}$$

für die Eigenbewegung ist, da Auwers' Catalog sich auf Struve's Präcessionsconstanten gründet, nach 56) (pag. 226) zu verwenden:

$$\begin{aligned} \mu &= - 0''0230 + 0''00295 = - 0''02005 \\ \mu' &= - 0''658 - 0''0005 = - 0''6585, \end{aligned}$$

welche Werthe den folgenden Rechnungen zu Grunde zu legen sind. Es soll nun das Glied erster Ordnung nach den Formeln 53a) und 53b) (pag. 222) berechnet werden. Man hat für 1875, nach 53c) (pag. 222) anzunehmen oder erhält, was be-

quemer ist, aus der Tafel XI, welche von zehn zu zehn Jahren für den Zeitraum 1600—2100 die Präcessionscoefficienten für die zugehörigen Jahre gibt:

$$\begin{aligned} m_1 &= 3^s 07109 \\ \log \frac{1}{15} n_1 &= 0.126008 \\ \log n_1 &= 1.302100. \end{aligned}$$

Damit stellt sich die Rechnung der Glieder erster Ordnung, wenn man die Präcession in Rectascension im Zeitmasse erhalten will, wie folgt:

$$\begin{array}{rcl} \sin \alpha & 9.997\ 440 & \cos \alpha \quad 9_n 034\ 494 \\ \operatorname{tg} \delta & 0.740\ 290 & n_1 \quad 1.302\ 100 \\ \frac{1}{15} n_1 & 0.126\ 008 & n_1 \cos \alpha \quad - 2'' 1707 \\ \frac{1}{15} n_1 \operatorname{tg} \delta \sin \alpha & + 7^s 30698 & \mu' \quad - 0'' 6585 \\ m_1 + \mu & + 3^s 05104 & D_1 \quad - 2'' 8292. \\ A_1 & + 10^s 35802 & \end{array}$$

Die Rechnung der Variatio säcularis, soweit dieselbe von der Eigenbewegung unabhängig ist, ergibt nach der Formel 54a) (pag. 223) mit Benützung der Tafel XII und gehöriger Berücksichtigung der Säcularglieder:

$$\begin{array}{rcl} a_2^0 & = + 0^s 000\ 50 & d_2^0 = - 0'' 4442, \\ a_2^1 & = - 0^s 003\ 806 & d_2^1 = \left\{ \begin{array}{l} - 0'' 19263 \\ + 4 \end{array} \right. \\ a_2^2 & = \left\{ \begin{array}{l} - 0^s 002\ 7973 \\ + 6 \end{array} \right. & \\ \log d_2^1 & 9_n 284\ 63 & \log a_2^2 \quad 7_n 44665 \\ \log \operatorname{tg} \delta & 0.740\ 29 & \log \operatorname{tg} \delta^2 \quad 1.48058 \\ \log a_2^1 & 7_n 580\ 47 & \\ a_2^1 \operatorname{tg} \delta & - 0^s 020\ 93 & \\ a_2^2 \operatorname{tg} \delta^2 & - 0^s 084\ 57 & d_2^1 \operatorname{tg} \delta \quad - 1'' 0591 \\ \frac{1}{15} A_2 & - 0^s 10\ 500 & 200 D_2 \quad - 1'' 5033. \end{array}$$

Die für  $\frac{1}{15} A_2$  und  $200 D_2$  gefundenen Werthe stellen also die Variatio säcularis dar, soweit dieselbe von der Eigenbewegung unabhängig ist; der Einfluss der letzteren findet sich aber nach 54d) (pag. 224), wobei die mit  $\tau$  multiplicirten und von dem Quadrate der Eigenbewegung abhängigen Glieder kaum etwas merkliches ergeben, wie folgt:

$$\begin{array}{rcl} \cos \alpha & 9_n 0345 & \sin \alpha \quad 9.9974 \quad \operatorname{tg} \delta \quad 0.7403 \\ \operatorname{tg} \delta & 0.7403 & \sec \delta^2 \quad 1.4947 \quad \mu \mu' \quad 8.1207 \\ \text{Coëff.} & 8.2887 & \text{Coëff.} \quad 7.1126 \quad \text{Coëff.} \quad 6.9866 \\ \mu & 8_n 3021 & \mu' \quad 9_n 8186 \\ \log \Delta a_2^{(1)} & 6.3656 & \log \Delta a_2^{(2)} \quad 8_n 4233 \quad \log \Delta a_2^{(3)} \quad 5.8476 \\ \Delta a_2^{(1)} & + 0^s 00023 & \\ \Delta a_2^{(2)} & - 0.02651 & \left. \begin{array}{l} \Delta a_2^{(1)} \\ \Delta a_2^{(2)} \\ \Delta a_2^{(3)} \end{array} \right\} \Delta a_2 = - 0^s 02621 \\ \Delta a_2^{(3)} & + 0.00007 & \end{array}$$

|                            |                     |                                 |                     |
|----------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| sin $\alpha$               | 9.9974              | sin $2\delta$                   | 9.5466              |
| Coëff.                     | 9 <sub>n</sub> 4648 | Coëff.                          | 8 <sub>n</sub> 7367 |
| $\mu$                      | 8 <sub>n</sub> 3021 | $\mu^2$                         | 6.6042              |
| log $\Delta\delta_2^{(1)}$ | 7.7643              | log $\Delta\delta_2^{(2)}$      | 4 <sub>n</sub> 8875 |
| $\Delta\delta_2^{(1)}$     | + 0''0058           | } $\Delta\delta_2 = + 0''0058.$ |                     |
| $\Delta\delta_2^{(2)}$     | 0.0000              |                                 |                     |

Es ist somit die Variatio säcularis mit Rücksicht auf die Eigenbewegung:

in Rectascension = — 0<sup>s</sup>13121  
in Declination = — 1''4975.

Für die Berechnung des dritten Gliedes liefert die Tafel XII mit dem Argumente: Rectascension, die Coëfficienten:

|                                                                                   |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| $a_3^0 = - 0^s0046$                                                               | $d_3^0 = + 0''023$    |
| $a_3^1 = - 0^s01298$                                                              | $d_3^1 = + 0''0276$   |
| $a_3^2 = \left\{ \begin{array}{l} - 0^s014108 \\ \quad + 1 \end{array} \right.$   | $d_3^2 = + 0''01014.$ |
| $a_3^3 = \left\{ \begin{array}{l} - 0^s0039899 \\ \quad + 13 \end{array} \right.$ |                       |

Man hat also nach 55a) (pag. 224):

|                 |                      |                   |                      |                   |                      |
|-----------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| log $a_3^1$     | 8 <sub>n</sub> 11327 | log $a_3^2$       | 8 <sub>n</sub> 14943 | log $a_3^3$       | 7 <sub>n</sub> 60082 |
| log tg $\delta$ | 0.74029              | log tg $\delta^2$ | 1.48058              | log tg $\delta^3$ | 2.22087              |
| log $d_3^1$     | 8.44091              | log $d_3^2$       | 8.00604              |                   |                      |

$$100^3 A_3 \left\{ \begin{array}{l} - 0^s0046 \\ - 0.0714 \\ - 0.4266 \\ - 0.6633 \end{array} \right\} = - 1^s1659$$

$$100^3 D_3 \left\{ \begin{array}{l} + 0''023 \\ + 0.152 \\ + 0.307 \end{array} \right\} = + 0''482,$$

womit für den gewählten Stern das dritte Glied in Rectascension und Declination, soweit dasselbe von der Eigenbewegung unabhängig ist, ermittelt erscheint. Der Einfluss der Eigenbewegung auf dieses Glied ergibt sich nach 55d) (pag. 225) wie folgt:

| Coëfficient von $\mu$ in $\Delta\alpha_3$                                              | Coëfficient von $\mu'$ in $\Delta\alpha_3$                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 2 $\alpha$ 192° 26'      tg $\delta^2$ 1.4806                                          | sec $\delta^2$ 1.4947 $\mu'_{III} - 0.02330$                                 |
| cos 2 $\alpha$ 9 <sub>n</sub> 9897    cos 2 $\alpha$ tg $\delta^2$ 1 <sub>n</sub> 4703 | sin $\alpha$ sec $\delta^2$ 1.4921 $\mu'_{II} - 0.00245$                     |
| log $\mu_1$ 7 <sub>n</sub> 6641      log $\mu_{III}$ 9 <sub>n</sub> 4457               | log $\mu'_I$ 6 <sub>n</sub> 6385 $\mu'_I - 0.00043$                          |
| cos $\alpha$ 9 <sub>n</sub> 0345 $\mu_{III} - 0.2791$                                  | cos $\alpha$ sec $\delta^2$ 0 <sub>n</sub> 5292    Coëff.v. $\mu' - 0.02618$ |
| sin $\alpha$ 9.9974 $\mu_{II} - 0.0592$                                                | log $\mu'_{II}$ 7 <sub>n</sub> 3887      log „      8 <sub>n</sub> 4180      |
| 1tes Glied 5.3570 $\mu_I - 0.0046$                                                     | sin 2 $\alpha$ 9 <sub>n</sub> 3330      log $\mu'$ 9 <sub>n</sub> 8186       |

|                                                |                                         |                                                            |                                  |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 2tes Glied $8_n 0330$                          | Coëff. v. $\mu$ — $0.3429$              | $\text{tg } \delta \sec \delta^2$ $2.2350$                 | $\Delta \alpha_3^{(2)} + 0.0172$ |
| Add: $9.9991$                                  | $\log \text{Coëff. v. } \mu$ $9_n 5352$ | $\sin 2\alpha \text{ tg } \delta \sec \delta^2$ $1_n 5680$ |                                  |
| Coëff. v. $\text{tg } \delta$ $8_n 0321$       | $\log \mu$ $8_n 3021$                   | $\log \mu'_{III}$ $8_n 3674$                               |                                  |
| $\text{tg } \delta$ $0.7403$                   | $\Delta \alpha_3^{(1)} + 0.0069$        |                                                            |                                  |
| $\log \mu_{II}$ $8_n 7724$                     |                                         |                                                            |                                  |
| Coëfficient von $\mu\mu'$ in $\Delta \alpha_3$ |                                         | Coëfficient von $\mu^2$ und $\mu'^2$ in $\Delta \alpha_3$  |                                  |
| $\log (\mu\mu')_I$                             | $5_n 7078$                              | $\sin \alpha \text{ tg } \delta$                           | $0.7377$                         |
| $\cos \alpha \text{ tg } \delta^2$             | $0_n 5151$                              | Coëff. $\mu^2$                                             | $8_n 5871$                       |
| $\log (\mu\mu')_{II}$                          | $7_n 4894$                              | $\mu^2$                                                    | $6.6042$                         |
| Add:                                           | $0.0071$                                | $\Delta \alpha_3^{(4)}$                                    | $0.0000$                         |
| $\log \text{Coëff. } (\mu\mu')$                | $7_n 4965$                              | $\sin \alpha \sec \delta^2 \text{ tg } \delta$             | $2.2324$                         |
| $\mu\mu'$                                      | $8.1207$                                | Coëff. $\mu'^2$                                            | $7.7296$                         |
| $\Delta \alpha_3^{(3)}$                        | $0.0000$                                | $\mu'^2$                                                   | $9.6372$                         |
|                                                |                                         | $\Delta \alpha_3^{(5)} + 0.0023$                           |                                  |

Es ist sonach:

$$\Delta \alpha_3 = + 0.0264$$

|                                              |                                       |                                                |            |
|----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|------------|
| Coëfficient von $\mu$ in $\Delta \delta_3$   |                                       | Coëfficient von $\mu'$ in $\Delta \delta_3$    |            |
| $\log \mu_I$ $8.2462$                        | $\mu_{III} + 0.08388$                 | $\sin \alpha^2$                                | $9.9948$   |
| $\log \mu_{II}$ $7.4960$                     | $\mu_{II} + 0.00313$                  | $\sin \alpha^2 \sec \delta^2$                  | $1.4895$   |
| $\sin 2\alpha$ $9_n 3329$                    | $\mu_I + 0.01763$                     | Coëff. v. $\mu'$                               | $9_n 1639$ |
| $\sin 2\alpha \text{ tg } \delta$ $0_n 0732$ | Coëff. v. $\mu$ $+ 0.10464$           | $\Delta \delta_3^{(2)} + 0.0096$               |            |
| $\log \mu_{III}$ $8.9237$                    | $\log \text{Coëff. v. } \mu$ $9.0197$ |                                                |            |
|                                              | $\Delta \delta_3^{(1)} - 0.002$       |                                                |            |
| Coëfficient von $\mu^2$ in $\Delta \delta_3$ |                                       | Coëfficient von $\mu\mu'$ in $\Delta \delta_3$ |            |
| $\log \text{Coëff. } \mu^2$                  | $7.7589$                              | $\log \text{Coëff. } \mu'$                     | $8_n 5871$ |
| $\Delta \delta_3^{(3)}$                      | $0.0000$                              | $\Delta \delta_3^{(4)}$                        | $0.0000$   |

Es ist also:

$$\Delta \delta_3 = + 0.094,$$

und somit das dritte Glied mit Rücksicht auf die Eigenbewegung:

$$\frac{100^3}{15} A_3 + \Delta \alpha_3 = - 1.1395$$

$$100^3 D_3 + \Delta \delta_3 = + 0.576.$$

Die Zusammenstellung der Resultate ergibt sonach für den Stern Camelop. 23 Hev. für 1875.0:

|                                                                                   |                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Mittlerer Ort: $\alpha_0 = 6^h 24^m 51.696$ , $\delta_0 = + 79^\circ 41' 36'' 50$ |                                                                       |
| Jährliche Präcession                                                              | $\left\{ \begin{array}{l} + 10.37807 \\ - 2.1707 \end{array} \right.$ |
| Jährliche Eigenbew.                                                               | $\left\{ \begin{array}{l} - 0.02005 \\ - 0.6585 \end{array} \right.$  |
| Variatio säcularis                                                                | $\left\{ \begin{array}{l} - 0.10500 \\ - 1.5033 \end{array} \right.$  |
| Corr. der V.s. wegen Eigenbeweg.                                                  | $\left\{ \begin{array}{l} - 0.02621 \\ + 0.0058 \end{array} \right.$  |
| Drittes Glied                                                                     | $\left\{ \begin{array}{l} - 1.1659 \\ + 0.482 \end{array} \right.$    |
| Corr. des d. G. wegen Eigenbeweg.                                                 | $\left\{ \begin{array}{l} + 0.0264 \\ + 0.094. \end{array} \right.$   |

Der Einfluss der Glieder dritter und höherer Ordnung wird, falls der Sternort dem Pole nicht nahe ist, selbst für recht entfernte Epochen wenig merklich hervortreten und man kann sich in diesem Falle auf die Berücksichtigung der Glieder zweiter Ordnung beschränken, welche, wenn ein genäherter Werth für die Präcession bekannt ist, leicht in einer der Formel 24) (pag. 206) entsprechenden Weise mitgenommen werden können. Man berechnet nämlich mit Hilfe der genähert bekannten Präcession die für die Mitte der Zeit  $\frac{1}{2}(t_1 + t_0)$  geltenden Coordinaten  $\alpha_m$  und  $\delta_m$ , entnimmt der Tafel XI, welche die Präcessionswerthe innerhalb des Zeitraumes von 1600 — 2100 von 10 zu 10 tropischen Jahren angibt, durch Interpolation die für diese Mittelepoche geltenden Werthe von  $m_m$  und  $n_m$ , ermittelt mit diesen Werthen die jährliche, durch die Präcession bewirkte Änderung, wobei nur die ersten Glieder in den Ausdrücken 53a) und 53b) (pag. 222), mit denen man eventuell die Werthe der jährlichen Eigenbewegung verbindet, in Betracht kommen und hat somit:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\alpha &= (t_1 - t_0)\{m_m + n_m \operatorname{tg} \delta_m \sin \alpha_m + \mu_m\} \\ \Delta\delta &= (t_1 - t_0)\{n_m \cos \alpha_m + \mu'_m\}, \end{aligned} \right\} 57)$$

welche Ausdrücke den Betrag der Präcession innerhalb des Zeitraumes  $t_1 - t_0$  bis auf Glieder dritter Ordnung exclusive genau geben.

Es sei der für 1875.0 geltende Ort von  $\alpha$  Ceti:

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= 2^h 55^m 44^s 780 & \delta_0 &= + 3^\circ 35' 52'' 72 \\ \mu_m &= - 0^s 00 17 & \mu'_m &= - 0'' 07 0, \end{aligned}$$

auf das mittlere Äquinocmium 1800.0 zu übertragen; genäherte Präcessionswerthe seien:  $+ 3^s 13$  und  $+ 14'' 4$ . Es ist daher:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}(t_1 + t_0) &= 1837.5 & \log(t_1 - t_0) &= 1.875061 \\ \alpha_m &= 2^h 55^m 44^s 78 - 37.5(3^s 13) = 43^\circ 26' 51'' \\ \delta_m &= + 3^\circ 35' 52'' 7 - 37.5(14'' 3)^* = + 3^\circ 26' 56''; \end{aligned}$$

Tafel XI:  $m_m = 3^s 07 0384$ ,  $\log n_m = 1.302170$ ,  $\log \frac{1}{15} n = 0.126079$ ,

$$(t_1 - t_0) n_m \quad 3.177 \ 231 \quad \Delta \delta_0 \quad - 18' \ 11'' 87 \quad \log \Delta \alpha_2 \quad 0.618 \ 614$$

$$\cos \alpha_0 \quad 9.860 \ 939 \quad (t_1 - t_0) \mu'_m \quad + 5'' 25 \quad \Delta \alpha_2 \quad - 4^s 155$$

$$\sin \alpha_0 \quad 9.837 \ 392 \quad \Delta \delta \quad - 18' \ 6'' 62 \quad (t_1 - t_0) m_m \quad - 3^m 50^s 279$$

$$(t_1 - t_0) \frac{1}{15} n_m \quad 2.001 \ 140 \quad (t_1 - t_0) \mu_m \quad + 0^s 127$$

$$\operatorname{tg} \delta_0 \quad 8.780 \ 082 \quad \Delta \alpha \quad - 3^m 54^s 307$$

$$1800 \left\{ \begin{aligned} \alpha &= 2^h 51^m 50^s 473 \\ \delta &= + 3^\circ 17' 46'' 10. \end{aligned} \right.$$

Ganz ähnliche Formeln erhält man für die Übertragung der ekliptikalen Polarcoordinaten; beschränkt man sich in den strengen Formeln 39) (pag. 215) auf die Glieder erster Ordnung und berücksichtigt die Glieder zweiter Ordnung wie früher durch den Übergang auf die Mittelepoche, so findet sich leicht:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\lambda &= (t_1 - t_0)\{l_m + \pi_m \operatorname{tg} \beta_m \cos(\lambda_m - \Pi_m)\} \\ \Delta\beta &= - (t_1 - t_0) \pi_m \sin(\lambda_m - \Pi_m), \end{aligned} \right\} 58)$$

\*) Hierbei ist auf die Eigenbewegung Rücksicht genommen.



zu welchen Formeln eventuell die aus der Eigenbewegung resultirenden Correctionen hinzuzulegen wären; die Grössen  $l_m$ ,  $\pi_m$  und  $II_m$  werden aus der Tafel XI für die Mittelepoche zu entnehmen sein.

Als Beispiel soll das für die Anwendung der strengen Formeln gebrauchte (pag. 215) gewählt werden. Der grosse Zeitraum und die relativ grosse Breite lassen zwar die Benützung der Näherungsformeln 58) nicht gerathen erscheinen, doch soll durch dieses Beispiel gezeigt werden, welche bedeutende Annäherung die Ausdrücke selbst unter ungünstigen Umständen gestatten.

$$\begin{array}{lll} \lambda_m = 86^\circ 2' 12'' & \beta_m = + 66^\circ 4' 35'' & \frac{1}{2}(t_1 + t_0) = 1819 \\ \text{Tafel XI: } l_m = 50'' 22765 & \pi_m = 0'' 47970 & II_m = 172^\circ 43' 13'' \\ \log \pi_m & 9.680\ 970 & \log \Delta \lambda_2 & 0.903\ 457 \\ (t_1 - t_0) & 2.107\ 210 & \Delta \lambda_2 & - 8'' 007 \\ - \sin (\lambda_m - II_m) & 9.999\ 272 & (t_1 - t_0) l_m & - 1^\circ 47' 9'' 139 \\ (t_1 - t_0) \pi_m & 1.788\ 180 & \Delta \lambda_1 & - 1\ 47\ 17.15 \\ \cos (\lambda_m - II_m) & 8.762\ 300 & \Delta \beta & - 1\ 1.30. \\ \operatorname{tg} \beta_m & 0.352\ 977 \end{array}$$

Diese Resultate sind mit jenen der strengen Formeln völlig identisch.

Von den vorstehend entwickelten Formeln wird man bei Bahnbestimmungen häufig genug Gebrauch machen, besonders, wenn dem Rechner die Aufgabe gestellt wird, die Reduction der bei den Beobachtungen benützten Vergleichsterne selbst auszuführen. Man ist in diesem Falle genöthigt, die Positionen der Sterne den Sternkatalogen zu entnehmen und dieselben von der Epoche des Jahresanfanges, auf welchen der Katalog bezogen ist, auf die des Beobachtungsjahres zu reduciren; hat man mehrere derartige Verwandlungen für denselben Katalog und für dasselbe Beobachtungsjahr auszuführen, so wird die wiederholte Benützung der in diesem Falle constanten Werthe:

$$m_m(t_1 - t_0), \log(t_1 - t_0) n_m \text{ und } \log(t_1 - t_0) \frac{1}{15} n_m,$$

die Rechnung wesentlich abkürzen.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass die Angaben der verschiedenen Kataloge für die Sternorte mit mehr oder minder erheblichen systematischen Fehlern behaftet sind, die im Allgemeinen vor Benützung der Positionen in Rechnung gebracht werden sollten. Doch hat bei der gegenwärtigen Sachlage die strenge Reduction der verschiedenen Kataloge, hauptsächlich in Folge der mangelhaften Kenntniss der Eigenbewegungen, immerhin etwas missliches, so dass genaue Angaben über diese Reductionsgrössen für die älteren Kataloge derzeit nicht gemacht werden können; ich verweise in Bezug auf die eventuell anzubringende Correctionen auf die Arbeiten von Argelander (7ter Band der Bonner Beobachtungen) und Auwers (astr. Nachr. No. 1536 und Fundamental-Katalog für die Zonenbeobachtungen, pag. 7 — 12). Bruhns gibt in No. 2381 der astr. Nachr. eine Zusammenstellung dieser auf der Leipziger Sternwarte benützten Quantitäten.

Würde von den in diesem Lehrbuche entwickelten Aberrationscoëfficienten Gebrauch gemacht, so wäre zu beachten, dass die bisher publicirten Sternkataloge das kleine, aus dem Producte der Aberration in die Erdbahnexcentricität entstehende Glied nicht enthalten; man hätte daher die diesbezüglichen Positionen für dasselbe zu corrigiren, also die Katalogspositionen [vergl. 12a) und 12b) pag. 115] um die Beträge:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\alpha &= - h_0 \sin (H_0 + \alpha) \sec \delta \\ \Delta\delta &= - h_0 \cos (H_0 + \alpha) \sin \delta - i_0 \cos \delta \\ &\quad \log h \quad H_0 \quad i_0 \end{aligned} \right\} 59)$$

|      |       |        |         |
|------|-------|--------|---------|
| 1800 | 9.534 | 351.03 | — 0.022 |
| 1850 | 9.534 | 350.5  | — 0.024 |
| 1900 | 9.534 | 349.7  | — 0.026 |

zu verbessern, welche Correctionen leicht mit den Reductionen der Kataloge auf ein bestimmtes System vereinigt werden können.

Hat man die Positionen eines Sternes aus mehreren Katalogen entlehnt und auf dasselbe mittlere Äquinoctium reducirt, so weichen die so erlangten Positionen häufig weiter von einander ab, als man dies nach der Genauigkeit der Beobachtungen erwarten sollte; zeigen diese Fehler einen der Hauptsache nach mit der Zeit fortschreitenden Gang, so wird die Ursache dieser Abweichungen wohl in einer Eigenbewegung des Sternes zu suchen sein; sollte eine solche schon bei der Reduction berücksichtigt worden sein, so kann man schliessen, dass dieselbe noch einer Verbesserung bedürfe. Wenn man von einer bestimmten Epoche  $t_0$  ausgeht, für welche z. B. für die Rectascension der Werth  $\alpha_0$  angenommen wurde und wenn die Kataloge für die Epochen der Beobachtungen  $t_1, t_2, t_3 \dots$ , für die man meist ohne erheblichen Fehler die Hauptepoche des betreffenden Katalogs ansetzen darf\*), die auf das gemeinsame Äquinoctium reducirten Rectascensionen beziehungsweise  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$  geben, so kann man Bedingungsgleichungen von der Form:

$$\begin{aligned} \alpha_1 - \alpha_0 &= \Delta\alpha_0 + \left(\frac{d\alpha_0}{dt}\right)(t_1 - t_0) \\ \alpha_2 - \alpha_0 &= \Delta\alpha_0 + \left(\frac{d\alpha_0}{dt}\right)(t_2 - t_0) \\ &\dots \dots \end{aligned}$$

aufstellen. Setzt man abkürzend:

$$\begin{aligned} x &= \Delta\alpha_0 & y &= \frac{d\alpha_0}{dt} \\ (\alpha_1 - \alpha_0) \sqrt{g_1} &= n_1 & \sqrt{g_1} &= a_1 & (t_1 - t_0) \sqrt{g_1} &= b_1 \\ (\alpha_2 - \alpha_0) \sqrt{g_2} &= n_2 & \sqrt{g_2} &= a_2 & (t_2 - t_0) \sqrt{g_2} &= b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{aligned}$$

in welchen Gleichungen  $g_1, g_2 \dots$  die Gewichte darstellen, die man den Resul-

\*) Bei beträchtlicher Eigenbewegung wird man so weit als thunlich die genaue Epoche der Beobachtung zu ermitteln trachten.

taten der verschiedenen Kataloge in einem vorgelegten Falle zu ertheilen Veranlassung hat, so nehmen die obigen Bedingungsleichungen die Gestalt an:

$$n_1 = a_1 x + b_1 y$$

$$n_2 = a_2 x + b_2 y$$

$$\dots \dots \dots$$

Der wahrscheinlichste Werth findet sich dann, wenn man, dem zweiten Bande dieses Lehrbuches vorgreifend, die dort bei der Methode der kleinsten Quadrate ausgeführten Entwicklungen benützt:

$$x = \frac{[bb][an] - [ab][bn]}{[aa][bb] - [ab][ab]}, \quad y = \frac{[aa][bn] - [ab][an]}{[aa][bb] - [ab][ab]},$$

wobei abkürzend:

$$[an] = a_1 n_1 + a_2 n_2 + a_3 n_3 + \dots = g_1(\alpha_1 - \alpha_0) + g_2(\alpha_2 - \alpha_0) + g_3(\alpha_3 - \alpha_0) + \dots$$

$$[bn] = b_1 n_1 + b_2 n_2 + b_3 n_3 + \dots = (t_1 - t_0)g_1(\alpha_1 - \alpha_0) + (t_2 - t_0)g_2(\alpha_2 - \alpha_0) + (t_3 - t_0)g_3(\alpha_3 - \alpha_0) + \dots$$

$$[aa] = a_1 a_1 + a_2 a_2 + a_3 a_3 + \dots = g_1^2 + g_2^2 + g_3^2 + \dots$$

$$[ab] = a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3 + \dots = (t_1 - t_0)g_1 + (t_2 - t_0)g_2 + (t_3 - t_0)g_3 + \dots$$

$$[bb] = b_1 b_1 + b_2 b_2 + b_3 b_3 + \dots = (t_1 - t_0)^2 g_1^2 + (t_2 - t_0)^2 g_2^2 + (t_3 - t_0)^2 g_3^2 + \dots$$

gesetzt ist. Man kann aber die Rechnung wesentlich vereinfachen, wenn man für  $t_0$  die Zeit nimmt, welche durch:

$$t_0 = \frac{t_1 g_1 + t_2 g_2 + t_3 g_3 + \dots}{g_1 + g_2 + g_3 + \dots},$$

bestimmt ist; dann wird, da  $[ab]$  in diesem Falle nothwendig der Null gleich ist:

$$x = \Delta \alpha_0 = \frac{(\alpha_1 - \alpha_0)g_1 + (\alpha_2 - \alpha_0)g_2 + (\alpha_3 - \alpha_0)g_3 + \dots}{g_1 + g_2 + g_3 + \dots} = \frac{[an]}{[aa]}$$

$$y = \frac{d\alpha_0}{dt} = \frac{[bn]}{[bb]}.$$

Der Werth von  $t_0$  wird im Allgemeinen nicht mit der Epoche des gemeinsamen Äquinocmiums zusammenfallen, mit Hilfe des Werthes von  $y$  wird es jedoch nicht schwer sein, die für  $t_0$  geltende Rectascension auf diese Epoche zu übertragen. Ein auf dieselben Principien gegründetes Verfahren wird man zur Bestimmung der Eigenbewegung in Declination anwenden können.

Nachdem in den bisherigen Entwicklungen der Einfluss der Präcession auf die Elemente der Bahnlage und auf die polaren Coordinaten eines Ortes ermittelt worden ist, erscheint es nun wünschenswerth, die Wirkung der Präcession auf die rechtwinkligen Coordinaten und zwar zuerst für die Ekliptik zu bestimmen, weil nach Vollendung dieser Entwicklungen die Resultate in bekannter Weise für den Äquator verwendet werden können.

Multiplicirt man die Gleichungen 31) (pag. 213) beiderseits mit der Grösse  $\varrho$  und führt statt der polaren die rechtwinkligen Coordinaten (vergl. pag. 6) ein, so findet sich:

$$\begin{aligned} x_1 \cos(\Pi + l) + y_1 \sin(\Pi + l) &= + x_0 \cos \Pi + y_0 \sin \Pi \\ - x_1 \sin(\Pi + l) + y_1 \cos(\Pi + l) &= - x_0 \sin \Pi \cos \pi + y_0 \cos \Pi \cos \pi + z_0 \sin \pi \\ z_1 &= + x_0 \sin \Pi \sin \pi - y_0 \cos \Pi \sin \pi + z_0 \cos \pi \end{aligned}$$

aus welchen Gleichungen sofort resultirt:

$$\begin{aligned}x_1 &= x_0 \{ \cos II \cos (II + l) + \sin II \sin (II + l) \cos \pi \} + \\&+ y_0 \{ \sin II \cos (II + l) - \cos II \sin (II + l) \cos \pi \} - z_0 \sin (II + l) \sin \pi \\y_1 &= x_0 \{ \cos II \sin (II + l) - \sin II \cos (II + l) \cos \pi \} + \\&+ y_0 \{ \sin II \sin (II + l) + \cos II \cos (II + l) \cos \pi \} + z_0 \cos (II + l) \sin \pi \\z_1 &= x_0 \sin II \sin \pi - y_0 \cos II \sin \pi + z_0 \cos \pi.\end{aligned}$$

Statt dieser Gleichungen können die folgenden geschrieben werden:

$$\left. \begin{aligned}x_1 &= x_0 + X_x x_0 + Y_x y_0 + Z_x z_0 \\y_1 &= y_0 + X_y x_0 + Y_y y_0 + Z_y z_0 \\z_1 &= z_0 + X_z x_0 + Y_z y_0 + Z_z z_0\end{aligned} \right\} 60)$$

in welchen offenbar gesetzt worden ist:

$$\left. \begin{aligned}X_x &= -2 \{ \sin \tfrac{1}{2} l^2 + \sin II \sin (II + l) \sin \tfrac{1}{2} \pi^2 \} \\Y_x &= -\sin l + 2 \cos II \sin (II + l) \sin \tfrac{1}{2} \pi^2 \\Z_x &= -\sin (II + l) \sin \pi \\X_y &= +\sin l + 2 \sin II \cos (II + l) \sin \tfrac{1}{2} \pi^2 \\Y_y &= -2 \{ \sin \tfrac{1}{2} l^2 + \cos II \cos (II + l) \sin \tfrac{1}{2} \pi^2 \} \\Z_y &= +\cos (II + l) \sin \pi \\X_z &= +\sin II \sin \pi \\Y_z &= -\cos II \sin \pi \\Z_z &= -2 \sin \tfrac{1}{2} \pi^2.\end{aligned} \right\} 61a)$$

Nimmt man in diesen Ausdrücken nur die Glieder dritter Ordnung in Bezug auf die Zeit mit und setzt:

$$\begin{aligned}l &= \{ \lambda_1 + \lambda_1' (t_0 - 1850) + \lambda_1'' (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\&+ \{ \lambda_2 + \lambda_2' (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \lambda_3 (t_1 - t_0)^3 \\tg \pi \sin II &= \{ \sigma_1 + \sigma_1' (t_0 - 1850) + \sigma_1'' (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\&+ \{ \sigma_2 + \sigma_2' (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \sigma_3 (t_1 - t_0)^3 \\tg \pi \cos II &= \{ \gamma_1 + \gamma_1' (t_0 - 1850) + \gamma_1'' (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\&+ \{ \gamma_2 + \gamma_2' (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \gamma_3 (t_1 - t_0)^3,\end{aligned}$$

in welchen Formeln die numerische Bedeutung der Coefficienten durch Vergleichung mit den entsprechenden Ausdrücken in 15) (pag. 202) ersichtlich ist, so wird innerhalb der gesteckten Genauigkeitsgrenzen:

$$\begin{aligned}X_x &= -\{ \tfrac{1}{2} (\lambda_1^2 + \sigma_1^2) + (\lambda_1 \lambda_1' + \sigma_1 \sigma_1') (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 - \\&- \{ \lambda_1 \lambda_2 + \sigma_1 \sigma_2 + \tfrac{1}{2} \sigma_1 \gamma_1 \lambda_1 \} (t_1 - t_0)^3 \\Y_x &= -\{ \lambda_1 + \lambda_1' (t_0 - 1850) + \lambda_1'' (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \{ (-\lambda_2 + \tfrac{1}{2} \sigma_1 \gamma_1) + \\&+ (-\lambda_2' + \tfrac{1}{2} [\sigma_1 \gamma_1' + \gamma_1 \sigma_1']) (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \\&+ \{ \tfrac{1}{6} \lambda_1^3 - \lambda_3 + \tfrac{1}{2} [\gamma_1 \sigma_2 + \sigma_1 \gamma_2 + \lambda_1 \gamma_1^2] \} (t_1 - t_0)^3 \\Z_x &= -\{ \sigma_1 + \sigma_1' (t_0 - 1850) + \sigma_1'' (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) - \{ (\sigma_2 + \lambda_1 \gamma_1) + \\&+ (\sigma_2' + \lambda_1 \gamma_1' + \gamma_1 \lambda_1') (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \\&+ \{ -\sigma_3 - \lambda_1 \gamma_2 - \gamma_1 \lambda_2 + \tfrac{1}{2} \sigma_1 [\lambda_1^2 + \sigma_1^2 + \gamma_1^2] \} (t_1 - t_0)^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_y &= + \{ \lambda_1 + \lambda_1' (t_0 - 1850) + \lambda_1'' (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \{ (\lambda_2 + \frac{1}{2} \sigma_1 \gamma_1) + \\
 &\quad + (\lambda_2' + \frac{1}{2} [\sigma_1 \gamma_1' + \gamma_1 \sigma_1']) (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + \{ -\frac{1}{6} \lambda_1^3 + \lambda_3 + \frac{1}{2} [\gamma_1 \sigma_2 + \sigma_1 \gamma_2 - \lambda_1 \sigma_1^2] \} (t_1 - t_0)^3 \\
 Y_y &= - \{ \frac{1}{2} (\lambda_1^2 + \gamma_1^2) + (\lambda_1 \lambda_1' + \gamma_1 \gamma_1') (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + \{ -\lambda_1 \lambda_2 - \gamma_1 \gamma_2 + \frac{1}{2} \sigma_1 \gamma_1 \lambda_1 \} (t_1 - t_0)^3 \\
 Z_y &= + \{ \gamma_1 + \gamma_1' (t_0 - 1850) + \gamma_1'' (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \{ (\gamma_2 - \lambda_1 \sigma_1) + \\
 &\quad + (\gamma_2' - \lambda_1 \sigma_1' - \sigma_1 \lambda_1') (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + \{ \gamma_3 - \lambda_1 \sigma_2 - \sigma_1 \lambda_2 - \frac{1}{2} \gamma_1 [\lambda_1^2 + \sigma_1^2 + \gamma_1^2] \} (t_1 - t_0)^3 \\
 X_z &= + \{ \sigma_1 + \sigma_1' (t_0 - 1850) + \sigma_1'' (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{ \sigma_2 + \sigma_2' (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + \{ \sigma_3 - \frac{1}{2} \sigma_1 [\sigma_1^2 + \gamma_1^2] \} (t_1 - t_0)^3 \\
 Y_z &= - \{ \gamma_1 + \gamma_1' (t_0 - 1850) + \gamma_1'' (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) - \\
 &\quad - \{ \gamma_2 + \gamma_2' (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \\
 &\quad + \{ -\gamma_3 + \frac{1}{2} \gamma_1 [\sigma_1^2 + \gamma_1^2] \} (t_1 - t_0)^3 \\
 Z_z &= - \{ \frac{1}{2} (\sigma_1^2 + \gamma_1^2) + (\sigma_1 \sigma_1' + \gamma_1 \gamma_1') (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 - \\
 &\quad - \{ \sigma_1 \sigma_2 + \gamma_1 \gamma_2 \} (t_1 - t_0)^3.
 \end{aligned}$$

Die numerische Substitution in diesen Ausdrücken ergibt, wenn man die Resultate in Einheiten der zehnten Decimale ansetzt, für die Transformation der rechtwinkligen Coordinaten:

$$\left. \begin{aligned}
 X_x &= \{ -296.570 - 0.002665 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ -0.001333 \} (t_1 - t_0)^3 \\
 Y_x &= \{ -2435.445 - 10.948 (t_0 - 1850) - 0.000045 (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{ -5.477 - 0.000041 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ +0.024066 \} (t_1 - t_0)^3 \\
 Z_x &= \{ -2832 + 3.715 (t_0 - 1850) - 0.000004 (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{ +4.667 + 0.000026 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ +0.000041 \} (t_1 - t_0)^3 \\
 X_y &= \{ +2435.445 + 10.948 (t_0 - 1850) + 0.000045 (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{ +5.471 + 0.000049 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ -0.024062 \} (t_1 - t_0)^3 \\
 Y_y &= \{ -296.596 - 0.002667 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ -0.001333 \} (t_1 - t_0)^3 \\
 Z_y &= \{ -23074 - 0.139 (t_0 - 1850) + 0.000298 (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{ -0.414^* \} + 0.000748 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ +0.000477 \} (t_1 - t_0)^3 \\
 X_z &= \{ +2832 - 3.715 (t_0 - 1850) + 0.000004 (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{ +0.952 + 0.000033 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ -0.000011 \} (t_1 - t_0)^3 \\
 Y_z &= \{ +23074 + 0.139 (t_0 - 1850) - 0.000298 (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\
 &\quad + \{ -0.275 + 0.000153 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ -0.000026 \} (t_1 - t_0)^3 \\
 Z_z &= \{ -0.027 + 0.000001 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ 0.000000 \} (t_1 - t_0)^3.
 \end{aligned} \right\} 61b$$

Um die Formeln für die Transformation der äquatorealen Coordinaten  $x_0'$ ,  $y_0'$ ,  $z_0'$ , die sich auf den mittleren Äquator zur Zeit  $t_0$  beziehen, in die Äquatorcoordinaten  $x_1'$ ,  $y_1'$ ,  $z_1'$ , für welche als Fundamentalebene der mittlere Äquator zur Zeit  $t_1$  gilt, zu erhalten, braucht man nur in den Ausdrücken 61a) statt:

$l$  zu schreiben:  $m$

$$\begin{array}{ccc}
 \pi & ,, & n \\
 \Pi & ,, & P = 90^\circ - p.
 \end{array}$$

\*) Der numerische Werth dieses Coefficienten ist im 2. Bande (1. Aufl.) pag. 87 unrichtig angegeben; statt  $-0.69$  sollte mit den dort gebrauchten Präcessionsconstanten  $-$

Man erhält sofort:

$$\left. \begin{aligned} x_1' &= x_0' + X_x' x_0' + Y_x' y_0' + Z_x' z_0' \\ y_1' &= y_0' + X_y' x_0' + Y_y' y_0' + Z_y' z_0' \\ z_1' &= z_0' + X_z' x_0' + Y_z' y_0' + Z_z' z_0' \end{aligned} \right\} \quad 62)$$

wobei anzunehmen sein wird:

$$\left. \begin{aligned} X_x' &= -2 \left\{ \sin \frac{1}{2} m^2 + \cos p \cos (m - p) \sin \frac{1}{2} n^2 \right\} \\ Y_x' &= -\sin m + 2 \sin p \cos (m - p) \sin \frac{1}{2} n^2 \\ Z_x' &= -\cos (m - p) \sin n \\ X_y' &= +\sin m - 2 \cos p \sin (m - p) \sin \frac{1}{2} n^2 \\ Y_y' &= -2 \left\{ \sin \frac{1}{2} m^2 - \sin p \sin (m - p) \sin \frac{1}{2} n^2 \right\} \\ Z_y' &= -\sin (m - p) \sin n \\ X_z' &= +\cos p \sin n \\ Y_z' &= -\sin p \sin n \\ Z_z' &= -2 \sin \frac{1}{2} n^2. \end{aligned} \right\} \quad 62a)$$

Lässt man die Glieder vierter Ordnung weg, so kann auch geschrieben werden:

$$\begin{aligned} X_x' &= -\frac{1}{2} m^2 - \frac{1}{2} n^2, & X_y' &= m - \frac{1}{6} m^3 - \frac{1}{2} (m - p) n^2, & X_z' &= n - \frac{1}{6} n^3 - \frac{1}{2} n p^2 \\ Y_x' &= -m + \frac{1}{6} m^3 + \frac{1}{2} p n^2, & Y_y' &= -\frac{1}{2} m^2, & Y_z' &= -n p \\ Z_x' &= -n + \frac{1}{6} n^3 + \frac{1}{2} n (m - p)^2, & Z_y' &= -(m - p) n, & Z_z' &= -\frac{1}{2} n^2. \end{aligned}$$

Setzt man:

$$\begin{aligned} m &= (\mu_1 + \mu_1' \tau + \mu_1'' \tau^2) T + (\mu_2 + \mu_2' \tau) T^2 + \mu_3 T^3 \\ n &= (\nu_1 + \nu_1' \tau + \nu_1'' \tau^2) T + (\nu_2 + \nu_2' \tau) T^2 + \nu_3 T^3 \\ p &= (\varphi_1 + \varphi_1' \tau) T + \varphi_2 T^2, \end{aligned}$$

und beachtet, dass  $\varphi_1 = \frac{1}{2} \mu_1$  und  $\varphi_1' = \frac{1}{2} \mu_1'$  angenommen werden kann, so ist innerhalb der gesteckten Genauigkeitsgrenzen:

$$\begin{aligned} X_x' &= \left\{ -\frac{1}{2} (\mu_1^2 + \nu_1^2) - (\mu_1 \mu_1' + \nu_1 \nu_1') \tau \right\} T^2 + \left\{ -(\mu_1 \mu_2 + \nu_1 \nu_2) \right\} T^3 \\ Y_x' &= \left\{ -\mu_1 - \mu_1' \tau - \mu_1'' \tau^2 \right\} T + \left\{ -\mu_2 - \mu_2' \tau \right\} T^2 + \left\{ -\mu_3 + \frac{1}{6} \mu_1^3 + \frac{1}{2} \mu_1 \nu_1^2 \right\} T^3 \\ Z_x' &= \left\{ -\nu_1 - \nu_1' \tau - \nu_1'' \tau^2 \right\} T + \left\{ -\nu_2 - \nu_2' \tau \right\} T^2 + \left\{ -\nu_3 + \frac{1}{6} \nu_1^3 + \frac{1}{2} \nu_1 \mu_1^2 \right\} T^3 \\ X_y' &= \left\{ \mu_1 + \mu_1' \tau + \mu_1'' \tau^2 \right\} T + \left\{ \mu_2 + \mu_2' \tau \right\} T^2 + \left\{ +\mu_3 - \frac{1}{6} \mu_1^3 - \frac{1}{2} \mu_1 \nu_1^2 \right\} T^3 \\ Y_y' &= \left\{ -\frac{1}{2} \mu_1^2 - \mu_1 \mu_1' \tau \right\} T^2 - \mu_1 \mu_2 T^3 \\ Z_y' &= \left\{ -\frac{1}{2} \mu_1 \nu_1 - \left( \frac{1}{2} \mu_1 \nu_1' + \frac{1}{2} \mu_1' \nu_1 \right) \tau \right\} T^2 + \left\{ \varphi_2 \nu_1 - \mu_2 \nu_1 - \frac{1}{2} \mu_1 \nu_2 \right\} T^3 \\ X_z' &= \left\{ \nu_1 + \nu_1' \tau + \nu_1'' \tau^2 \right\} T + \left\{ \nu_2 + \nu_2' \tau \right\} T^2 + \left\{ \nu_3 - \frac{1}{6} \nu_1^3 - \frac{1}{2} \nu_1 \mu_1^2 \right\} T^3 \\ Y_z' &= \left\{ -\frac{1}{2} \nu_1 \mu_1 - \left( \frac{1}{2} \mu_1 \nu_1' + \frac{1}{2} \mu_1' \nu_1 \right) \tau \right\} T^2 + \left\{ -\nu_1 \varphi_2 - \frac{1}{2} \mu_1 \nu_2 \right\} T^3 \\ Z_z' &= \left\{ -\frac{1}{2} \nu_1^2 - \nu_1 \nu_1' \tau \right\} T^2 - \nu_1 \nu_2 T^3. \end{aligned}$$

Die numerische Substitution ergibt, wenn man die Resultate in Einheiten der zehnten Decimale ansetzt, für die in 62) auftretenden Transformations-Coëfficienten:

$$\left. \begin{aligned} X_x' &= \{ -296.570 - 0.002665 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ -0.001333 \} (t_1 - t_0)^3 \\ Y_x' &= \{ -2233018 - 13.765 (t_0 - 1850) - 0.000043 (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\ &\quad + \{ -6.882 - 0.000043 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ +0.022060 \} (t_1 - t_0)^3 \\ Z_x' &= \{ -972124 + 4.203 (t_0 - 1850) + 0.000023 (t_0 - 1850)^2 \} (t_1 - t_0) + \\ &\quad + \{ +2.101 + 0.000023 (t_0 - 1850) \} (t_1 - t_0)^2 + \{ +0.009618 \} (t_1 - t_0)^3 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} X_y' &= \{ + 2233018 + 13.765(t_0 - 1850) + 0.000043(t_0 - 1850)^2(t_1 - t_0) + \\ &\quad + \{ + 6.882 + 0.000043(t_0 - 1850) \}(t_1 - t_0)^2 + \{ - 0.022060 \}(t_1 - t_0)^3 \\ Y_y' &= \{ - 249.319 - 0.003074(t_0 - 1850) \}(t_1 - t_0)^2 + \{ - 0.001537 \}(t_1 - t_0)^3 \\ Z_y' &= \{ - 108.539 - 0.000200(t_0 - 1850) \}(t_1 - t_0)^2 + \{ - 0.000288 \}(t_1 - t_0)^3 \\ X_z' &= \{ + 972124 - 4.203(t_0 - 1850) - 0.000023(t_0 - 1850)^2(t_1 - t_0) + \\ &\quad + \{ - 2.101 - 0.000023(t_0 - 1850) \}(t_1 - t_0)^2 + \{ - 0.009618 \}(t_1 - t_0)^3 \\ Y_z' &= \{ - 108.539 - 0.000200(t_0 - 1850) \}(t_1 - t_0)^2 + \{ + 0.000088 \}(t_1 - t_0)^3 \\ Z_z' &= \{ - 47.251 + 0.000409(t_0 - 1850) \}(t_1 - t_0)^2 + \{ + 0.000204 \}(t_1 - t_0)^3 \end{aligned} \right\} 62b)$$

### C. Nutation.

Wie schon oben bemerkt wurde, fasst man die periodischen Änderungen der Fundamentalebene unter dem Namen der Nutation zusammen; da diese durch die Änderungen der Lage des Äquators allein bedingt ist, so werden die Breiten eines Himmelskörpers durch dieselbe nicht verändert. Oben (pag. 183—186) finden sich die vollständigen Ausdrücke für die Nutation in Länge und Schiefe; nimmt man alle jene Glieder mit, deren Coëfficienten in der Länge 0''005, in der Schiefe 0''0025 überschreiten, ferner jene kleineren, die sich mit den vorhandenen Argumenten leicht berechnen lassen, und gruppirt dieselben nach den Argumenten, so wird der Ausdruck für die Nutation, das Jahr 1900 als Ausgangsepoche genommen, sein:

$$\begin{aligned} &\text{in der Länge:} \\ &\left. \begin{aligned} &+ 0''1255 \sin g' - 0''00031 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \sin g' \\ &+ 0''0016 \sin 2g' - 0''00001 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \sin 2g' \\ &+ 0''0213 \sin (g' + 2\omega' + 2\Omega) - 0''00005 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \sin (g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ &- 1''2648 \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega) - 0''00013 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \sin (2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ &- 0''0494 \sin (3g' + 2\omega' + 2\Omega) + 0''00012 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \sin (3g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ &- 0''0015 \sin (4g' + 2\omega' + 2\Omega) + 0''00001 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \sin (4g' + 2\omega' + 2\Omega) \\ &- 17''2819 \sin \Omega + 0''0003 \cos \Omega - 0''01770 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \sin \Omega \\ &+ 0''2095 \sin 2\Omega + 0''00002 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \sin 2\Omega \\ &- 0''2044 \sin (2g + 2\omega + 2\Omega) \\ &+ 0''0678 \sin g + 0''0028 \sin 2g + 0''0002 \sin 3g \\ &- 0''0343 \sin (2g + 2\omega + 2\Omega) \\ &- 0''0262 \sin (3g + 2\omega + 2\Omega) \\ &+ 0''0150 \sin (g - 2g' + 2\omega - 2\omega') + 0''0001 \sin (2g - 4g' + 4\omega - 4\omega') \\ &+ 0''0125 \sin (2g' + 2\omega' + \Omega) \\ &+ 0''0115 \sin (g + 2\omega + 2\Omega) \\ &+ 0''0061 \sin (2g - 2g' + 2\omega - 2\omega') \\ &+ 0''0058 \sin (g + \Omega) \\ &- 0''0057 \sin (-g + \Omega) \\ &+ 0''0052 \sin (2\omega + \Omega) \\ &- 0''0052 \sin (3g - 2g' + 4\omega - 2\omega' + 2\Omega), \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{Arg. I} \\ \text{Arg. II} \\ \text{Arg. III} \\ \text{Arg. IV} \\ \text{Arg. V} \\ \text{Arg. VI} \\ \text{Arg. VII} \\ \text{Arg. VIII} \\ \text{Arg. IX} \\ \text{Arg. X} \\ \text{Arg. XI} \\ \text{Arg. XII} \\ \text{Arg. XIII} \\ \text{Arg. XIV} \end{array} \end{aligned}$$

in der Schiefe:

$$\begin{aligned}
 & - 0''0092 \cos(g' + 2\omega' + 2\Omega) + 0''00003 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \cos(g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 & + 0''5488 \cos(2g' + 2\omega' + 2\Omega) - 0''00029 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \cos(2g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 & + 0''0215 \cos(3g' + 2\omega' + 2\Omega) - 0''00007 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \cos(3g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 & + 0''0007 \cos(4g' + 2\omega' + 2\Omega) \\
 & + 9''2365 \cos \Omega + 0''00092 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \cos \Omega \\
 & - 0''0905 \cos 2\Omega + 0''00005 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \cos 2\Omega \\
 & + 0''0887 \cos(2g + 2\omega + 2\Omega) \\
 & + 0''0183 \cos(2g + 2\omega + \Omega) \\
 & + 0''0114 \cos(3g + 2\omega + 2\Omega) \\
 & - 0''0067 \cos(2g' + 2\omega' + \Omega) \\
 & - 0''0050 \cos(g + 2\omega + 2\Omega) \\
 & - 0''0031 \cos(g + \Omega) \\
 & + 0''0031 \cos(-g + \Omega) \\
 & - 0''0028 \cos(2\omega + \Omega) \\
 & + 0''0023 \cos(3g - 2g' + 4\omega - 2\omega' + 2\Omega).
 \end{aligned}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Arg. I} \\ \text{Arg. II} \\ \text{Arg. III} \\ \text{Arg. V} \\ \text{Arg. VI} \\ \text{Arg. VIII} \\ \text{Arg. IX} \\ \text{Arg. XI} \\ \text{Arg. XII} \\ \text{Arg. XIII} \\ \text{Arg. XIV} \end{array}$$

Die Berechnung dieser Ausdrücke von Fall zu Fall würde recht beschwerlich werden, auch wenn man sich, wie dies gewöhnlich geschieht, auf die zu den Argumenten I und II gehörenden Glieder allein beschränken würde; es ist deshalb wünschenswerth, Tafeln zu besitzen, welche in einfacher und zweckmässiger Weise die Ermittlung der Nutationswerthe gestatten; solche sind in diesem Werke aufgenommen. Es soll vorerst auf die Argumente und dann auf die Einrichtung dieser Tafeln eingegangen werden. Nach Hansen's Mondtafeln ist, wenn  $t_1$  in julianischen Jahren angesetzt ist und als Ausgangspunkt der Zählung 1800 Jan. 0.0 Greenwicher Zeit gilt:

$$\begin{aligned}
 g &= 110^\circ 19' 33''64 + (13 \times 360^\circ + 331158''3715)(t_1 - 1800) + \\
 & \quad + 49''435 \left( \frac{t_1 - 1800}{100} \right)^2 + 0''050073 \left( \frac{t_1 - 1800}{100} \right)^3 \\
 \omega &= 192^\circ 7' 21''91 + 216115''2207(t_1 - 1800) - 44''323 \left( \frac{t_1 - 1800}{100} \right)^2 - \\
 & \quad - 0''043759 \left( \frac{t_1 - 1800}{100} \right)^3 \\
 \Omega &= 33^\circ 16' 31''15 - 69629''3961(t_1 - 1800) + 8''189 \left( \frac{t_1 - 1800}{100} \right)^2 \\
 & \quad + 0''007159 \left( \frac{t_1 - 1800}{100} \right)^3,
 \end{aligned}$$

nach Le-Verrier's Sonnentafeln, denen die Epoche 1850 Jan. 1.0 mittl. Pariser Zeit zu Grunde liegt:

$$\begin{aligned}
 g' + \omega' + \Omega &= 280^\circ 46' 43''51 + 1296027''6784(t_1 - 1850) + 1''1073 \left( \frac{t_1 - 1850}{100} \right)^2 \\
 \omega' + \Omega &= 280^\circ 21' 21''5 + 61''6995(t_1 - 1850) + 1''823 \left( \frac{t_1 - 1850}{100} \right)^2.
 \end{aligned}$$

Die Le-Verrier'schen Tafeln geben die mittlere Länge und die Länge des Peri-



gäums, vermehrt um den constanten Theil der Aberration, es wird  $(g' + \omega' + \Omega)$  und  $(\omega' + \Omega)$  demnach um 20"48 zu vermehren sein.

Reducirt man Alles auf die Epoche 1900 Januar 0.0 mittl. Greenwicher Zeit und lässt die Glieder dritter Ordnung fort, so erhält man aus den vorstehenden Zahlen die folgenden Ausdrücke:

$$\begin{aligned} g &= 296^{\circ} 7' 6'' 3 + (13 \times 360^{\circ} + 331159'' 3617)(t_1 - 1900) + 49'' 437 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right)^2 \\ \omega &= 75^{\circ} 8' 47'' 9 + 216114'' 3329(t_1 - 1900) - 44'' 324 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right)^2 \\ \Omega &= 259^{\circ} 10' 50'' 4 - 69629'' 2321(t_1 - 1900) + 8'' 189 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right)^2 \\ \omega' + \Omega &= 281^{\circ} 13' 7'' 2 + 61'' 7177(t_1 - 1900) + 1'' 823 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right)^2 \\ g' + \omega' + \Omega &= 279^{\circ} 41' 48'' 8 + (360^{\circ} + 27'' 6895)(t_1 - 1900) + 1'' 1073 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right)^2. \end{aligned}$$

Wie man sieht, ist das Argument  $\omega' + \Omega$  (Länge des Sonnenperigäums) verhältnissmässig geringen Änderungen mit der Zeit unterworfen, weshalb man, da bei Berechnung der Nutation für sehr ferne Epochen niemals die grösste Schärfe nöthig sein wird:

$$\omega' + \Omega = \pi_0 + \alpha \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) = 281^{\circ} 13' 7'' 2 + 6171'' 77 \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right),$$

setzen und den unter dem Arg. I zusammengefassten Argumenten die Form:

$$\begin{aligned} g' &= (g' + \omega' + \Omega) - \pi_0 - \alpha \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \\ 2g' &= 2(g' + \omega' + \Omega) - 2\pi_0 - 2\alpha \quad ,, \\ g' + 2\omega' + 2\Omega &= (g' + \omega' + \Omega) + \pi_0 + \alpha \quad ,, \\ 3g' + 2\omega' + 2\Omega &= 3(g' + \omega' + \Omega) - \pi_0 - \alpha \quad ,, \\ 4g' + 2\omega' + 2\Omega &= 4(g' + \omega' + \Omega) - 2\pi_0 - 2\alpha \quad ,, \end{aligned}$$

ertheilen darf. Hierauf sind die unter dem Sinus- und Cosinus-Zeichen auftretenden mit der Zeit multiplicirten Grössen nach Potenzen derselben zu entwickeln, wobei man sich aber auf die Berücksichtigung der ersten Potenzen beschränken, demnach alle Glieder dieser Gruppe von dem Argumente  $(g' + \omega' + \Omega) = I$  abhängig machen kann. Es ist hier Arg. I dieselbe Grösse, welche bei der Aberration (pag. 116) benutzt wurde. Man erhält schliesslich für die dem Arg. I angehörnden Nutationsglieder den Ausdruck:

in Länge:

$$\left. \begin{aligned} &+ 0'' 1022 \cos I + 0'' 0285 \sin I + \{ - 0'' 00086 \cos I + 0'' 00424 \sin I \} \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \\ &+ 0'' 0006 \cos 2I - 1'' 2663 \sin 2I + \{ + 0'' 00009 \cos 2I - 0'' 00008 \sin 2I \} \quad ,, \\ &- 0'' 0485 \cos 3I - 0'' 0096 \sin 3I + \{ + 0'' 00041 \cos 3I - 0'' 00143 \sin 3I \} \quad ,, \\ &- 0'' 0006 \cos 4I + 0'' 0014 \sin 4I + \{ - 0'' 00008 \cos 4I - 0'' 00004 \sin 4I \} \quad ,, \end{aligned} \right\} \text{Arg. I}$$

in Schiefe:

$$\left. \begin{aligned} &- 0'' 0018 \cos I - 0'' 0090 \sin I + \{ - 0'' 00026 \cos I + 0'' 00008 \sin I \} \left( \frac{t_1 - 1900}{100} \right) \\ &+ 0'' 5488 \cos 2I \quad + \{ - 0'' 00029 \cos 2I \} \quad ,, \\ &+ 0'' 0042 \cos 3I - 0'' 0211 \sin 3I + \{ + 0'' 00062 \cos 3I + 0'' 00020 \sin 3I \} \quad ,, \\ &- 0'' 0006 \cos 4I - 0'' 0003 \sin 4I + \{ + 0'' 00002 \cos 4I - 0'' 00004 \sin 4I \} \quad ,, \end{aligned} \right\}$$

Die hier mitgetheilten zum Argumente I gehörigen Werthe und die oben angeführ-

ten (pag. 237 und 238) von den andern Argumenten abhängigen Ausdrücke sind, in hinreichend engen Intervallen berechnet, in der Tafel X aufgenommen, die Argumente selbst in einem Masse angesetzt, von welchem hundert Einheiten der Peripherie gleich kommen, es können also an dieselben beliebige Vielfache von Hundert additiv oder subtractiv angebracht werden. Zur Bildung der Argumente finden sich die Ausgangswerthe in der angegebenen Einheit für Januar 0.0 mittl. Greenwicher Zeit der gemeinen Jahre, für Januar 1.0 der Schaltjahre in Tafel X<sub>A</sub>, welche ausserdem die um 10"5 verminderte Schiefe der Ekliptik für dieselben Epochen enthält. Letztere Grösse sowie die Argumente I und II sind vom Jahre 1600 bis 2199 mitgetheilt, die übrigen Argumente aber nur für den Zeitraum 1800 — 1999, da das Bedürfnis nach genauer Ermittlung der Nutation für andere Zeiträume gegenwärtig nicht vorhanden ist. Am Fusse der Tafel X<sub>A</sub> finden sich auch jene Correctionen der Argumente, die man anzubringen hat, wenn man die Rechnung für andere Hauptmeridiane oder andere Epochen ausführen will; die Art der Anwendung dieser Zusatztafel ist wohl selbstverständlich. Ausserdem habe ich die Änderungen der Argumente für jeden Zehnthel des Tages aufgenommen, um eventuell die Rechnung für eine beliebige Epoche ausführen zu können.

Die Tafel X<sub>B</sub> gibt jene Correctionen der Schiefe und der Argumente, welche man an die Werthe der Jahrestafel anbringen muss, um die Argumente des angesetzten Tages zu erhalten; dieselbe gilt für 0<sup>h</sup> Greenw. Zeit, die erforderliche Änderung für eine andere Epoche wird, wie schon oben bemerkt, gleich bei der Jahrestafel berücksichtigt. Bei der Addition werden die allenfalls auftretenden Hunderte in den Argumenten fortgelassen, für die Monate Januar und Februar hat man den doppelten Eingang zu beachten, der, je nachdem das Jahr ein gemeines oder ein Schaltjahr ist, entsprechend der Aufschrift gewählt werden muss. Hat man eine ephemeridenartige Rechnung auszuführen, so wird diese wesentlich erleichtert, wenn man die Zahlen der Jahrestafel auf den unteren Rand eines Papiere schreibt und, dasselbe über die entsprechenden Tageszahlen haltend, durch Addition die erforderlichen Argumente für die einzelnen Tage bildet. Zu der Columnne  $\epsilon$  der Tafel X<sub>B</sub> ist zu bemerken, dass für die Änderung der mittleren Schiefe 0"5 + Änderung der Schiefe gesetzt ist, um stets eine additive Correction zu erhalten.

Mit den erhaltenen Argumenten geht man in die Tafeln X<sub>A</sub> bis X<sub>Q</sub> ein, die übrigens ausser der Nutation in Länge und Schiefe noch andere Grössen enthalten, auf welche weiter unten näher eingegangen werden soll. Die Tafeln X<sub>A</sub> bis X<sub>C</sub>, die also zu den Argumenten I und II gehören, enthalten in der Regel für jede der zu entlehrenden Grössen zwei Columnen: die erste gibt den für das Jahr 1900 geltenden Werth, die zweite die Änderung dieses letzteren in einem Jahrhundert, gezählt von der Epoche 1900; man hat daher diese Zahlen, wenn mit  $t_0$  die Jahreszahl des vorgelegten Datums bezeichnet wird, mit  $t = \left( \frac{t_0 - 1900}{100} \right)$  zu multipliciren und zu dem Werthe aus der ersten Columnne zu addiren. Die mit  $\epsilon$  und  $\lambda$  überschriebenen Columnen geben die Werthe der Nutation in Schiefe und Länge; den letzteren ist in den Tafeln, die zum Argument I und II gehören, keine Constante zugefügt, weil

es sich empfiehlt, sich bei der Rechnung zunächst auf das Resultat aus diesen beiden Tafeln zu beschränken, welches durch die einfache Verbindung zweier Zahlen erhalten wird, die übrigen, kleinen und meist rasch veränderlichen Glieder wird man gesondert berechnen. Denselben ist, da sie zahlreich sind, stets eine Constante hinzugefügt, so dass das Endresultat einer subtractiven Correction bedarf. Unter einer jeden Tafel ist ausser der darin enthaltenen auf drei Decimalen angegebenen Constante die Summe dieser und der vorhergehenden Constanten angesetzt, welche, wenn man bei dem betreffenden Argumente die Rechnung abschliesst, an das Resultat anzubringen ist. Die mit  $\varepsilon$  überschriebenen, zum Argument I gehörigen Columnen enthalten Constanten, aus dem Grunde, weil gewöhnlich die Kenntniss von  $\varepsilon$  und nicht von  $\Delta\varepsilon$  gewünscht wird; für die erste Tafel ist  $9''4$ , für die zweite  $0''6$  hinzugefügt, sodass mit Rücksicht auf die Constante  $0''5$  der Jahrestafel vom Resultate  $10''5$  in Abzug zu bringen wären, wenn man sich auf die ersten beiden Argumente beschränkt; doch ist diese Correction nicht zu berücksichtigen, da dieselbe bereits in der Jahrestafel in Rechnung gebracht ist, so dass durch die Addition der diesbezüglichen Zahlen die wahre Schiefe der Ekliptik, soweit sie vom Argument I und II abhängt, erhalten wird. Die übrigen Argumente enthalten keine mit  $\varepsilon$  überschriebenen Columnen, wohl aber solche mit der Aufschrift  $B$ , welch' letzteres mit  $-\Delta\varepsilon$  identisch ist; man wird deshalb die kleinen Glieder in  $\Delta\varepsilon$  erhalten, wenn man den Werth für  $B$  von der Constante abzieht. Es müsste als erwünscht bezeichnet werden, wenn die astronomischen Ephemeriden ausser den durch die Argumente I und II erhältlichen Werthen der wahren Schiefe und Nutation in Länge, welche von 10 zu 10 Tagen mitgetheilt werden, auch von Tag zu Tag die Summe der übrigen Glieder anführen würden. Um die ersteren Zahlen zu erhalten, bedarf man zur Bildung der Argumente der Tafeln  $X_A$  und  $X_B$ , zur Ermittlung der wahren Schiefe und der Nutation mit Hilfe dieser Argumente nur der Tafeln  $X_A$  und  $X_B$ . Die Tafel  $X_A$  enthält aber auch andere zur Herstellung der Ephemeriden nöthige Grössen, welche ebenfalls mit dem Argumente I derselben entlehnt werden können. Die mit „Präcession“ überschriebene Columne gibt die seit dem tropischen Jahresanfang an stattfindende allgemeine Präcession; dieselbe findet sich leicht durch den Ausdruck:

$$l\tau',$$

in welchem  $l$  die allgemeine Präcession bezeichnet und  $\tau'$  bestimmt ist durch:

$$\tau' = \frac{1 - 77.779358}{100}.$$

Der numerische Coëfficient im Zähler erklärt sich aus der Definition des tropischen Jahresanfangs (pag. 198) und aus dem Umstande, dass das Argument I den constanten Theil der Aberration nicht enthält. Die Präcessions-Columne, sowie die folgenden enthalten stets zwei Subcolumnen, deren erste den für 1900 geltenden Hauptwerth, deren zweite die Säcularänderungen in Einheiten der letzten Decimale gibt; die Zahlen der zweiten Columne sind also, wenn  $t_0$  die Jahreszahl des vorgelegten Datums ist, mit:

$$t = \frac{t_0 - 1900}{100},$$

zu multipliciren.

Für jedes der Argumente zwischen 77.4 und 78.1 finden sich in der mit „Präcession“ überschriebenen Columnne zwei Werthe, deren erster für das Ende, deren zweiter für den Anfang des Jahres gilt.

Die mit „Aberration“ überschriebene Columnne der Tafel X<sub>a</sub> ist bereits oben (pag. 240) erläutert worden, sie gibt die Sonnenaberration an; die nächste Columnne enthält die Sonnenparallaxe, berechnet mit dem Newcomb'schen Werthe 8"848, nach der Formel:

$$\begin{aligned}\pi = & 8''8480 + 0''0288 \cos I + 0''0044 t \cos I \\ & - 0''1454 \sin I + 0''0009 t \sin I \\ & - 0''0023 \cos 2I + 0''0001 t \cos 2I \\ & - 0''0010 \sin 2I - 0''0001 t \sin 2I.\end{aligned}$$

Die erste der beiden für die Parallaxe bestimmten Columnnen gibt den Hauptwerth, die Zahlen der zweiten sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt und wieder mit:

$$t = \frac{t_0 - 1900}{100},$$

zu multipliciren. Der mitgetheilte Ausdruck für  $\pi$  findet sich leicht aus der Relation:

$$\pi = \frac{\pi_0}{R},$$

in welcher  $\pi_0$  die mittlere Sonnenparallaxe und  $R$  die Entfernung der Erde von der Sonne vorstellt.  $R$  findet sich aber (vergl. 21) pag. 48, und 30) pag. 57):

$$\frac{p}{R} = 1 + e \cos v = 1 + e \frac{\cos E - e}{1 - e \cos E}.$$

Entwickelt man diesen Ausdruck nach Vielfachen der mittleren Anomalie und geht bis zu den zweiten Potenzen von  $e$  vor, so erhält man:

$$\frac{1}{R} = 1 + e \cos M + e^2 \cos 2M;$$

da aber:

$$M = I - \pi',$$

ist, so ergibt sich mit Rücksicht auf die früher (pag. 114, 115) angeführten numerischen Werthe von  $e$  und  $\pi'$  leicht die oben angesetzte Formel für  $\pi$ .

Die mit »Reduction in Breite« überschriebene Columnne gibt jene Beträge, welche man an die auf das mittlere Äquinocmium bezogene Sonnenbreite additiv anzubringen hat, um die wahre oder scheinbare Sonnenbreite zu erhalten. Die Tafel ist berechnet nach:

$$\text{Red.} = \frac{1 - 77.77936}{100} \left\{ \begin{array}{ll} + 0''0076 & - 0''0001 t \\ + 0''4759 \sin I & + 0''0002 t \sin I \\ + 0''0546 \cos I & - 0''0076 t \cos I \\ + 0''0007 \sin 2I & + 0''0002 t \sin 2I \\ + 0''0080 \cos 2I & - 0''0001 t \cos 2I \\ - 0''0001 \sin 3I & \\ + 0''0001 \cos 3I, & \end{array} \right\}$$

welcher Ausdruck aus der zweiten Formel in 58) (pag. 230) resultirt, wenn man  $\lambda_m$  durch  $\odot$  ersetzt und für  $\sin \odot$  und  $\cos \odot$  die bei der Aberration (pag. 118) ent-

wickelten Ausdrücke einführt, während für  $\pi$  und  $\Pi$  die entsprechenden Präcessionsausdrücke zu substituiren sind. Die bei den Argumentwerthen 77.4 — 78.1 auftretenden Doppelwerthe sind wieder so zu verstehen, dass die ober der Zeile stehenden Zahlen für das Ende des Jahres, die unter derselben für den Jahresanfang gelten.

Als Beispiel zur Erläuterung des Gebrauches der besprochenen Tafeln soll die Rechnung einer Ephemeride für den Anfang des Jahres 1883 und zwar von zehn zu zehn Tagen für  $o^h$  Berliner Zeit ausgeführt werden, wobei die kleinen Glieder in der Nutation zunächst keine Berücksichtigung finden sollen. Man hat vorerst für den Jahresanfang 1883 mit Rücksicht auf die Fusstafeln in  $X_A$  die Argumente I und II:  $I_a = 77.716$ ,  $II_a = 63.327$ ;  $t$  ist  $-0.17$  und  $(\varepsilon - 10''5) = 23^\circ 27' 5''624$ . In der Tafel  $X_B$  hat man bei den ersten beiden Monaten als Eingang die erste mit g. J. überschriebene Columnne zu wählen, da das Jahr 1883 ein gemeines ist; in jenen Columnnen der Tafel  $X_A$ , welche Doppelwerthe enthalten, sind, da in dem vorgelegten Beispiele der Jahresanfang in Betracht kommt, die unteren Zahlen zu nehmen. Die Rechnung stellt sich wie folgt:

|                     | 1883                           | Jan 0.0  | Jan 10.0 | Jan 20.0 | Jan 30.0 | Feb 9.0  |
|---------------------|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Taf. $X_A$ u. $X_B$ | Arg I                          | 77.716   | 80.454   | 83.192   | 85.930   | 88.668   |
|                     | „ II                           | 63.327   | 63.180   | 63.033   | 62.886   | 62.739   |
| Taf. $X_B$          | $\Delta \varepsilon_0$         | 0''500   | 0''487   | 0''474   | 0''461   | 0''448   |
| „ $X_a$             | $\varepsilon_I$ Arg I          | 0.070    | 0.168    | 0.320    | 0.505    | 0.701    |
| „ $X_b$             | $\varepsilon_{II}$ „ II        | 3.226    | 3.161    | 3.097    | 3.034    | 2.971    |
|                     | $\varepsilon = 23^\circ 27' +$ | 9.420    | 9.440    | 9.515    | 9.624    | 9.744    |
| „ $X_a$             | $\lambda$ , Arg I              | + 0''428 | + 0''847 | + 1''161 | + 1''333 | + 1''346 |
| „ $X_b$             | $\lambda$ , „ II               | + 13.044 | + 12.937 | + 12.829 | + 12.719 | + 12.609 |
|                     | $\lambda =$                    | + 13.472 | + 13.784 | + 13.990 | + 14.052 | + 13.955 |
| Taf. $X_a$          | Präcession                     | - 0''032 | + 1''344 | + 2''720 | + 4''095 | + 5''471 |
|                     | Aberration                     | - 20.824 | - 20.820 | - 20.804 | - 20.780 | - 20.746 |
|                     | Parallaxe                      | 8.999    | 8.997    | 8.991    | 8.980    | 8.965    |
|                     | Reduct. der Breite             | 0.000    | - 0.012  | - 0.021  | - 0.027  | - 0.028  |

Die kleinen Glieder, welche meist von sehr rascher Periode sind, müssen von Tag zu Tag berechnet werden. Um den Gang dieser Rechnung ersichtlich zu machen, sollen zu dem vorstehenden Beispiele  $d\lambda'$  und  $-d\varepsilon = B'$  mit Hilfe der Tafeln  $X_a$  bis  $X_d$  ermittelt und gleichzeitig soll, um nicht nochmals auf die Tafeln zurückgreifen zu müssen, die später zu erläuternde Grösse  $A'$  bestimmt werden. Die zu entwerfende Ephemeride hat für 12 Uhr Berliner Zeit zu gelten. Man erhält aus den Tafeln  $X_A$  und  $X_B$  mit Benützung der Fusstafel für die Argumente III bis XIV folgende Werthe für 1883 Januar 0.5:

| III | IV   | V    | VI   | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | XIII | XIV |
|-----|------|------|------|-----|------|----|----|----|-----|------|-----|
| 2.4 | 50.5 | 30.1 | 52.0 | 93  | 92   | 52 | 47 | 14 | 13  | 38   | 99, |

welche, auf den untern Rand eines Zettels geschrieben und über die entsprechenden Zahlen in Tafel X<sub>B</sub> gehalten, sofort durch Addition die weiteren Argumente geben. Die Rechnung stellt sich wie folgt:

| Januar 0.5               |            |          |         |       | Januar 1.5 |            |         |       |  | Januar 2.5 |            |         |       |  |
|--------------------------|------------|----------|---------|-------|------------|------------|---------|-------|--|------------|------------|---------|-------|--|
| Arg                      | $\lambda'$ | $A'$     | $B'$    |       | Arg        | $\lambda'$ | $A'$    | $B'$  |  | Arg        | $\lambda'$ | $A'$    | $B'$  |  |
| Tafel X <sub>e</sub> III | 2.4        | 0"174    | 0.00351 | 0"009 | 9.7        | 0"087      | 0.00180 | 0"024 |  | 17.0       | 0"025      | 0.00056 | 0"055 |  |
| " X <sub>f</sub> IV      | 50.5       | 66       | 131     | 0     | 54.1       | 52         | 103     | 0     |  | 57.8       | 39         | 76      | 0     |  |
| " X <sub>g</sub> V       | 39.1       | 12       | 25      | 32    | 46.4       | 27         | 53      | 36    |  | 53.8       | 43         | 84      | 36    |  |
| " X <sub>h</sub> VI      | 52.9       | 31       | 62      | 23    | 63.8       | 46         | 92      | 19    |  | 74.8       | 52         | 104     | 11    |  |
| " X <sub>i</sub> VII     | 93         | 9        | 17      | 0     |            | 14         | 28      | 0     |  | 6          | 21         | 41      | 0     |  |
| " X <sub>k</sub> VIII    | 92         | 6        | 13      | 13    | 99         | 7          | 14      | 13    |  | 93         | 7          | 14      | 13    |  |
| " X <sub>l</sub> IX      | 52         | 10       | 20      | 0     | 56         | 7          | 15      | 0     |  | 59         | 5          | 11      | 1     |  |
| " X <sub>m</sub> X       | 47         | 7        | 14      | 0     | 54         | 5          | 9       | 0     |  | 61         | 2          | 4       | 0     |  |
| " X <sub>n</sub> XI      | 14         | 10       | 21      | 5     | 18         | 11         | 22      | 4     |  | 21         | 11         | 23      | 4     |  |
| " X <sub>o</sub> XII     | 13         | 1        | 3       | 1     | 9          | 3          | 5       | 0     |  | 6          | 4          | 7       | 0     |  |
| " X <sub>p</sub> XIII    | 38         | 9        | 17      | 1     | 38         | 9          | 17      | 1     |  | 38         | 9          | 17      | 1     |  |
| " X <sub>q</sub> XIV     | 99         | 5        | 11      | 0     | 9          | 2          | 4       | 0     |  | 20         | 0          | 0       | 2     |  |
| S                        | 0"340      | 0.00685  | 0"084   |       | 0"270      | 0.00542    | 0"097   |       |  | 0"218      | 0.00437    | 0"123   |       |  |
| W                        | —0"060     | —0.00115 | —0"066  |       | —0"130     | —0.00258   | —0"053  |       |  | —0"182     | —0.00363   | —0"027  |       |  |
| Januar 3.5               |            |          |         |       | Januar 4.5 |            |         |       |  | Januar 5.5 |            |         |       |  |
| Arg                      | $\lambda'$ | $A'$     | $B'$    |       | Arg        | $\lambda'$ | $A'$    | $B'$  |  | Arg        | $\lambda'$ | $A'$    | $B'$  |  |
| Tafel X <sub>e</sub> III | 24.4       | 0"000    | 0.00007 | 0"094 | 31.7       | 0"018      | 0.00042 | 0"133 |  | 39.0       | 0"074      | 0.00153 | 0"166 |  |
| " X <sub>f</sub> IV      | 61.4       | 26       | 52      | 0     | 65.0       | 16         | 31      | 0     |  | 68.6       | 8          | 16      | 0     |  |
| " X <sub>g</sub> V       | 61.1       | 56       | 111     | 32    | 68.4       | 65         | 130     | 26    |  | 75.8       | 68         | 136     | 17    |  |
| " X <sub>h</sub> VI      | 85.7       | 46       | 93      | 4     | 96.7       | 32         | 63      | 0     |  | 7.6        | 14         | 28      | 1     |  |
| " X <sub>i</sub> VII     | 12         | 25       | 51      | 4     |            | 29         | 57      | 0     |  | 24         | 30         | 60      | 0     |  |
| " X <sub>k</sub> VIII    | 94         | 8        | 16      | 13    | 94         | 8          | 16      | 13    |  | 95         | 9          | 17      | 13    |  |
| " X <sub>l</sub> IX      | 63         | 3        | 6       | 2     | 67         | 1          | 3       | 3     |  | 70         | 1          | 1       | 3     |  |
| " X <sub>m</sub> X       | 67         | 1        | 1       | 0     | 74         | 0          | 0       | 0     |  | 81         | 0          | 1       | 0     |  |
| " X <sub>n</sub> XI      | 25         | 12       | 24      | 3     | 28         | 11         | 23      | 2     |  | 32         | 11         | 22      | 2     |  |
| " X <sub>o</sub> XII     | 2          | 5        | 10      | 0     | 98         | 6          | 12      | 0     |  | 95         | 7          | 15      | 0     |  |
| " X <sub>p</sub> XIII    | 38         | 9        | 17      | 1     | 38         | 9          | 17      | 1     |  | 38         | 9          | 17      | 1     |  |
| " X <sub>q</sub> XIV     | 30         | 0        | 0       | 3     | 41         | 2          | 4       | 4     |  | 51         | 5          | 11      | 5     |  |
| S                        | 0"191      | 0.00388  | 0"152   |       | 0"197      | 0.00398    | 0"182   |       |  | 0"236      | 0.00477    | 0"208   |       |  |
| W                        | —0"209     | —0.00412 | +0"002  |       | —0"203     | —0.00402   | +0"032  |       |  | —0"164     | —0.00323   | +0"058  |       |  |

$\lambda'$  und  $-B'$  sind demnach die an die früher erhaltenen Werthe der Nutation in Länge und Schiefe anzubringenden Correctionen; wenn auf die kleinen Störungsglieder Rücksicht genommen werden soll. Es müsste als erwünscht bezeichnet werden, wenn das Berliner Jahrbuch statt der nunmehr überflüssigen Columnne  $C$  bei den Constanten für die mittleren Tage auch die Grössen  $A'$ ,  $B'$  und  $\lambda'$  ansetzen würde, da hierdurch die strenge Reduction auf den scheinbaren Ort, worüber weiter unten das Nöthige beigebracht wird, wesentlich erleichtert werden würde.

Will man den Einfluss der Nutation auf die Rectascension und Declination bestimmen und begnügt man sich hierbei mit den Gliedern erster Ordnung, so hat man zunächst:

$$\left. \begin{aligned} d\alpha &= \left(\frac{d\alpha}{d\lambda}\right) d\lambda + \left(\frac{d\alpha}{d\epsilon}\right) d\epsilon \\ d\delta &= \left(\frac{d\delta}{d\lambda}\right) d\lambda + \left(\frac{d\delta}{d\epsilon}\right) d\epsilon, \end{aligned} \right\} 1)$$

in welchen Ausdrücken  $d\lambda$  und  $d\epsilon$  beziehungsweise die Nutation in Länge und Schiefe darstellen. Da  $d\lambda$  und  $d\epsilon$  stets sehr kleine Bogen sind, so wird man mit der Berücksichtigung der Glieder erster Ordnung ausreichen; allerdings erscheint in den gewöhnlich gebrauchten Formeln für die Reduction der polnahen Sterne die Mitnahme der Glieder zweiter und höherer Ordnung nöthig, doch wird weiter unten ein Verfahren angegeben, welches in bequemer Weise die Berücksichtigung dieser Glieder gestattet.

Um die Werthe der in 1) auftretenden Differentialquotienten zu erhalten, differentiire man die Gleichungen 8a) (pag. 12), wobei aber  $d\beta = 0$  gesetzt werden muss, da die Nutation die Breiten nicht ändert; man erhält:

$$\begin{aligned} \cos \delta \sin \alpha d\alpha + \cos \alpha \sin \delta d\delta &= \cos \beta \sin \lambda d\lambda \\ \cos \delta \cos \alpha d\alpha - \sin \alpha \sin \delta d\delta &= \cos \beta \cos \lambda \cos \epsilon d\lambda - (\cos \beta \sin \lambda \sin \epsilon + \sin \beta \cos \epsilon) d\epsilon \\ \cos \delta d\delta &= \cos \beta \cos \lambda \sin \epsilon d\lambda + (\cos \beta \sin \lambda \cos \epsilon - \sin \beta \sin \epsilon) d\epsilon, \end{aligned}$$

woraus sich mit Rücksicht auf die Relationen 8b) (pag. 13):

$$\begin{aligned} \cos \delta \sin \alpha d\alpha + \cos \alpha \sin \delta d\delta &= (\cos \delta \sin \alpha \cos \epsilon + \sin \delta \sin \epsilon) d\lambda \\ \cos \delta \cos \alpha d\alpha - \sin \alpha \sin \delta d\delta &= \cos \delta \cos \alpha \cos \epsilon d\lambda - \sin \delta d\epsilon \\ d\delta &= \cos \alpha \sin \epsilon d\lambda + \sin \alpha d\epsilon, \end{aligned}$$

ergibt; danach wird:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\alpha}{d\lambda} &= \cos \epsilon + \sin \epsilon \sin \alpha \operatorname{tg} \delta & \frac{d\delta}{d\lambda} &= \cos \alpha \sin \epsilon \\ \frac{d\alpha}{d\epsilon} &= -\cos \alpha \operatorname{tg} \delta & \frac{d\delta}{d\epsilon} &= \sin \alpha. \end{aligned} \right\} 2)$$

Substituirt man diese Ausdrücke in 1), so erhalten diese Gleichungen die Gestalt:

$$\left. \begin{aligned} d\alpha &= \cos \epsilon d\lambda + (\sin \epsilon \sin \alpha d\lambda - \cos \alpha d\epsilon) \operatorname{tg} \delta \\ d\delta &= \sin \epsilon \cos \alpha d\lambda + \sin \alpha d\epsilon, \end{aligned} \right\} 3)$$

in welcher sie noch weiterer Transformationen fähig wären: auf diese soll jedoch hier nicht eingegangen werden, da die im nächsten Abschnitte zur Entwicklung gelangenden Methoden Hilfsmittel aufweisen werden, um die Änderungen der äqua-

torealen Polarcoordinaten durch die Nutation und Präcession vereinigt in Rechnung zu ziehen.

#### D. Reduction der Coordinaten auf verschiedene Äquinoclien.

Die Beobachtung gibt im Allgemeinen den scheinbaren Ort eines Gestirnes; sind mehr Beobachtungen mit einander zu einer Bahnbestimmung zu verbinden, so wird man, um nur ein bestimmtes festes Coordinatensystem in Betracht ziehen zu müssen, alle Beobachtungen auf eine bestimmte Fundamentalebene (Äquinocium) reduciren. Es stellt sich daher die Aufgabe, die in den vorausgehenden Kapiteln (Aberration, Präcession und Nutation) auseinander gesetzten Vorschriften zu diesem Zwecke zu verwerthen und die Hilfsmittel anzugeben, welche die astronomischen Ephemeriden oder die dem vorliegenden Werke angeschlossenen Tafeln zur Erleichterung dieser Operationen gewähren. Hierbei wird es empfehlenswerth sein, die Vorschriften zu scheiden, je nachdem man die Ekliptik oder den Äquator als Fundamentalebene wählt.

##### a) Ekliptik.

Die Beobachtungen sind meist auf den scheinbaren Äquator bezogen: man wird deshalb vorerst mit der scheinbaren Schiefe der Ekliptik  $\epsilon$ , welche, weil die Aberration keinen Einfluss auf die Schiefe nimmt, mit der wahren Ekliptik identisch ist, die scheinbare Rectascension und Declination mit Hilfe der Formeln 11) (pag. 14) in scheinbare Länge und Breite umsetzen. Die scheinbare Schiefe der Ekliptik findet sich von zehn zu zehn Tagen in den astronomischen Jahrbüchern neben der Nutation in Länge  $N$  angeführt, enthält aber daselbst nicht die kleinen, meist rasch veränderlichen Glieder; diese könnte man sich mit Hilfe der Tafeln X leicht verschaffen, doch wird es in der Regel besser sein, auf dieselben keine Rücksicht zu nehmen, weil die den Beobachtungen zu Grunde liegenden Vergleichsternpositionen gewöhnlich ohne Berücksichtigung dieser kleinen Glieder auf das scheinbare Äquinocium reducirt sind.

Die scheinbare Länge und Breite sind hierauf mittelst der Formeln 20) (pag. 120) vom Einflusse der Fixstern-Aberration zu befreien, wobei man sich zu erinnern haben wird, dass die zweiten Glieder in diesen Formeln den gewöhnlich vernachlässigten Einfluss des Productes der Aberration in die Erdbahnextcentricität darstellen. Da die Aberrationsformeln die Reduction vom wahren Äquinocium auf das scheinbare angeben, so müssen die aus denselben resultirenden Correctionen mit umgekehrten Zeichen an die beobachteten Coordinaten angebracht werden. Nach Berücksichtigung dieser Correctionen für Aberration erscheint die Beobachtung auf das wahre Äquinocium des zugehörigen Datums reducirt; wäre die Beobachtung aber nach dem auf pag. 120 angegebenen Verfahren für Planeten- und Fixsternaberration durch Verminderung der Beobachtungszeit um die Aberrationszeit corrigirt, so verfällt natürlich die eben angeführte Correction. Vermindert man



die Länge um den Betrag der Nutation, während die Breite, weil die Nutation dieselbe nicht beeinflusst, unverändert belassen wird, so wird hierdurch die Beobachtung auf das mittlere Äquinoctium des zugehörigen Datums reducirt. Nimmt man nun ein bestimmtes mittleres Äquinoctium an, welches zur Zeit  $T_0$  gehört (für  $T_0$  wird sich meist der tropische Jahresanfang empfehlen) und auf welches alle Beobachtungen reducirt werden sollen, ist ferner  $T_B$  die Beobachtungszeit und denkt man sich das Zeitintervall  $(T_B - T_0)$  in mittleren Sonnentagen ausgedrückt, so wird dieses Intervall zunächst in Theile des tropischen Jahres umzusetzen sein; man hat hierfür mit genügender Genauigkeit:

$$\tau' = \frac{T_B - T_0}{365.2422}.$$

Wählt man für  $T_0$  den tropischen Jahresanfang (vergl. pag. 198), so wird man  $\tau'$  einfacher aus den Tafeln X ermitteln; man bildet nämlich zu dem Beobachtungsdatum in bekannter Weise (vergl. pag. 240) das Argument I und erhält aus der mit  $\tau'$  überschriebenen Columnne der Tafel Xc sofort den zugehörigen Werth von  $\tau' = t_1 - t_0$ ; mit dessen Hilfe gewinnt man nach der Formel 58) (pag. 230) den Betrag der Präcession in der Zeit  $\tau'$ , welcher von dem erhaltenen Werthe in Abzug zu bringen ist, um zur Reduction auf das gewählte mittlere Äquinoctium zur Zeit  $T_0$  zu gelangen.

Vereinigt man die drei genannten Correctionen für Aberration, Nutation und Präcession, bezeichnet mit  $\lambda_0$  und  $\beta_0$  die auf das mittlere Äquinoctium bezogene Länge und Breite und drückt  $T_B - T_0$  in mittleren Sonnentagen aus, so hat man:

$$\begin{aligned} \tau' &= \frac{T_B - T_0}{365.2422} \\ \lambda_0 &= \lambda + \{20''481 \cos (\odot - \lambda) + 0''343 \cos (\pi' - \lambda)\} \sec \beta - N - \\ &\quad - \tau' [l + \pi \operatorname{tg} \beta \cos (\lambda - \Pi)] \\ \beta_0 &= \beta + \{20''481 \sin (\odot - \lambda) + 0''343 \sin (\pi' - \lambda)\} \sin \beta + \tau' \pi \sin (\lambda - \Pi) \\ \pi' &= 280^\circ 21' 21'' + 61''70 (t_0 - 1850) \\ \Pi &= 173^\circ 0' 12'' + 32''87 (t_0 - 1850) \\ l &= 50''23465 + 0''00022581 (t_0 - 1850) \\ \pi &= 0''47950 - 0''00000650 (t_0 - 1850), \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \lambda_0 &= \lambda + \{20''481 \cos (\odot - \lambda) + 0''343 \cos (\pi' - \lambda)\} \sec \beta - N - \\ &\quad - \tau' [l + \pi \operatorname{tg} \beta \cos (\lambda - \Pi)] \\ \beta_0 &= \beta + \{20''481 \sin (\odot - \lambda) + 0''343 \sin (\pi' - \lambda)\} \sin \beta + \tau' \pi \sin (\lambda - \Pi) \\ \pi' &= 280^\circ 21' 21'' + 61''70 (t_0 - 1850) \\ \Pi &= 173^\circ 0' 12'' + 32''87 (t_0 - 1850) \\ l &= 50''23465 + 0''00022581 (t_0 - 1850) \\ \pi &= 0''47950 - 0''00000650 (t_0 - 1850), \end{aligned}} \right\} 1)$$

wobei  $t_0$  die Jahreszahl des Beobachtungsdatums vorstellt und die in eckigen Klammern stehenden, beziehungsweise mit  $\sec \beta$  und  $\sin \beta$  multiplicirten Aberrationsglieder fortzulassen sind, falls die Fixstern- und Planeten-Aberration durch Correction der Beobachtungszeit Berücksichtigung gefunden hat.

#### b) Äquator.

Für den Äquator werden die Reductionsformeln wesentlich zusammengesetzter, doch wird die Benützung der von Bessel eingeführten Hilfsgrößen, welche in den astronomischen Ephemeriden angeführt werden oder mit Hilfe der Tafeln X des vorliegenden Werkes berechnet werden können, die Rechnung sehr bequem ge-

stalten. Die Gleichungen für die Berechnung der Präcession haben die Form (vergl. 57) pag. 230):

$$\begin{aligned} d\alpha_1 &= \tau' (m + n \operatorname{tg} \delta \sin \alpha) \\ d\delta_1 &= \tau' n \cos \alpha, \end{aligned}$$

diejenigen für die Nutation (vergl. 3) pag. 245):

$$\begin{aligned} d\alpha_2 &= \cos \varepsilon d\lambda + (\sin \varepsilon \sin \alpha d\lambda - \cos \alpha d\varepsilon) \operatorname{tg} \delta \\ d\delta_2 &= \sin \varepsilon \cos \alpha d\lambda + \sin \alpha d\varepsilon. \end{aligned}$$

Vereinigt man die beiden hier gegebenen Correctionen, so findet sich:

$$\left. \begin{aligned} d\alpha_1 + d\alpha_2 &= (\tau' m + \cos \varepsilon d\lambda) + (\tau' n + \sin \varepsilon d\lambda) \sin \alpha \operatorname{tg} \delta - d\varepsilon \cos \alpha \operatorname{tg} \delta \\ d\delta_1 + d\delta_2 &= (\tau' n + \sin \varepsilon d\lambda) \cos \alpha + d\varepsilon \sin \alpha, \end{aligned} \right\} 2)$$

und setzt man abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} f &= \tau' m + \cos \varepsilon d\lambda \\ g \cos G &= \tau' n + \sin \varepsilon d\lambda \\ g \sin G &= -d\varepsilon, \end{aligned} \right\} 3)$$

so wird, wenn  $\tau'$  die seit dem tropischen Jahresanfang verfllossene Zeit in Einheiten des tropischen Jahres bezeichnet und mit diesen Formeln die Correctionen für Aberration (vergl. 14) pag. 116) und eventuell für Eigenbewegung (vergl. pag. 230) vereinigt werden, die Reduction der äquatorealen polaren Coordinaten vom mittleren Äquinocmium des tropischen Jahresanfangs auf den scheinbaren Ort in den folgenden Ausdrücken enthalten sein:

$$\left. \begin{aligned} \text{Red. } \alpha &= f + g \sin (G + \alpha) \operatorname{tg} \delta + h \sin (H + \alpha) \sec \delta + \mu \tau' \\ \text{Red. } \delta &= g \cos (G + \alpha) + h \cos (H + \alpha) \sin \delta + i \cos \delta + \mu' \tau'. \end{aligned} \right\} 4a)$$

Die astronomischen Ephemeriden bieten mit der nothwendigen Ausführlichkeit die für die Rechnung dieser Formeln nöthigen Hilfsgrößen  $f$ ,  $g$ ,  $G$ ,  $h$ ,  $H$  und  $i$ , welche aber auch leicht mit Hilfe der Tafeln X berechnet werden können; von der Ermittlung der letzten drei Hilfsgrößen, welche die Correction für Aberration ergeben, ist oben (pag. 116) ein ausführliches Beispiel gegeben worden und daher nur zu beachten, dass diese den Ephemeriden entlehnten Größen bis jetzt das kleine, von der Erdbahnexcentricität abhängige Glied nicht enthalten. Für die in 3) aufgeführten Hilfsgrößen ergeben sich aber leicht die nöthigen Werthe, wenn man in dieselben für  $d\lambda$  und  $d\varepsilon$  die bei der Nutation (pag. 245), für  $m$ ,  $n$  und  $\varepsilon$  die früher bei der Präcession (pag. 202, 203) aufgestellten Ausdrücke substituirt; die mit  $\tau'$  multiplicirten Glieder können mit dem vom Argumente I abhängigen Ausdrücke leicht vereinigt werden. Die in dem vorliegenden Werke aufgenommene Tafel aber gibt für die Bestimmung der drei Hilfsgrößen  $f$ ,  $g \cos G$  und  $g \sin G$  nur jene Glieder, die von dem Argumente I und II abhängig sind, indem die übrigen kleinen und meist mit rasch veränderlichen Argumenten verbundenen Glieder, die bisher vernachlässigt worden sind, in besonderer Weise berechnet werden sollen, worüber weiter unten das Nöthige beigebracht werden wird.

Es sollen nun mit Hilfe der Tafeln X die genannten Hilfsgrößen für jene Daten berechnet werden, welche oben (pag. 120) zur Ermittlung der Aberrationscoefficienten und der Größen  $\lambda'$ ,  $A'$  und  $B'$  (pag. 244) gedient haben. Über die Bildung der Argumente verweise ich auf pag. 243. Man findet mit Berücksichtigung der Säcularglieder und des Umstandes, dass die Ephemeride für den Jahresanfang gilt, also eventuell die unteren Zeilen der Tafel Xc zu benützen sind, die folgenden Zahlen:

| Tafel Ia                  |  | $I_a = 77.853$ |          | $II_a = 63.319$ |          | $t = -0.17$ |          |
|---------------------------|--|----------------|----------|-----------------|----------|-------------|----------|
| 1883<br>mittl. Berl. Zeit |  | Jan 0.5        | Jan 1.5  | Jan 2.5         | Jan 3.5  | Jan 4.5     | Jan 5.5  |
| Tafel Xb Arg I            |  | 77.853         | 78.127   | 78.401          | 78.674   | 78.948      | 79.222   |
| „ „ II                    |  | 63.319         | 63.304   | 63.290          | 63.275   | 63.260      | 63.245   |
| Tafel Xc $\tau'$          |  | + 0.0007       | + 0.0035 | + 0.0062        | + 0.0089 | + 0.0117    | + 0.0144 |
| „ $(g \sin G) I$          |  | + 0''526       | + 0''519 | + 0''511        | + 0''503 | + 0''493    | + 0.483  |
| „ $X_d (g \sin G) II$     |  | + 6.177        | + 6.184  | + 6.190         | + 6.197  | + 6.204     | + 6.210  |
| Tafel Xc $(g \cos G) I$   |  | + 0''195       | + 0''267 | + 0''340        | + 0''412 | + 0''484    | + 0''555 |
| „ $X_d (g \cos G) II$     |  | + 5.189        | + 5.185  | + 5.181         | + 5.176  | + 5.172     | + 5.168  |
| $\log g \sin G$           |  | 0.82627        | 0.82627  | 0.82614         | 0.82607  | 0.82588     | 0.82562  |
|                           |  | 9.89190        | 9.88974  | 9.88749         | 9.88533  | 9.88308     | 9.88083  |
| $\log g \cos G$           |  | 0.73111        | 0.73656  | 0.74202         | 0.74726  | 0.75251     | 0.75762  |
| $G$                       |  | 51° 14'        | 50° 53'  | 50° 31'         | 50° 10'  | 49° 49'     | 49° 28'  |
| $\log g$                  |  | 0.9344         | 0.9365   | 0.9386          | 0.9407   | 0.9428      | 0.9448   |
| Tafel Xc $f I$            |  | + 0''448       | + 0''615 | + 0''782        | + 0''948 | + 1''114    | + 1''278 |
| „ $X_d f II$              |  | + 11.961       | + 11.951 | + 11.942        | + 11.932 | + 11.922    | + 11.912 |
| $f$                       |  | + 12.409       | + 12.566 | + 12.724        | + 12.880 | + 13.036    | + 13.190 |

Bei der Herstellung einer Ephemeride wird man natürlich die Rechnung in grösseren Intervallen ausführen, als es hier geschehen ist, und bei Angabe der Zahlenwerthe von  $f$  die Tausendtheile der Bogensekunde weglassen,  $\log g$  auf vier Stellen und  $G$  auf Bogenminuten mittheilen.

Es sei für 1883 Januar 2.75 mittl. Berl. Zeit die Reduction des Sternes 61 Cygni pr. vom mittleren Äquinotium des tropischen Jahresanfanges auf den scheinbaren Ort zu ermitteln. Die genäherte Position ist  $\alpha = 315^\circ 19'$ ,  $\delta = +38^\circ 8'$ , die jährliche Eigenbewegung  $\mu = +0.3444 = +5''166$ ,  $\mu' = +3''230$ . Mit Rücksicht auf diese und die früher (pag. 120) gefundenen Zahlen stellt sich die Rechnung wie folgt:

|                            |                |                                                |            |
|----------------------------|----------------|------------------------------------------------|------------|
| $G$                        | $50^\circ 26'$ | $\tau'$                                        | $+ 0.0069$ |
| $G + \alpha$               | $5 \ 45$       | $\tau\mu$                                      | $+ 0''04$  |
| $H$                        | $348 \ 29$     | $f$                                            | $+ 12''76$ |
| $H + \alpha$               | $303 \ 48$     | $g \sin (G + \alpha) \operatorname{tg} \delta$ | $+ 0''68$  |
| $\operatorname{tg} \delta$ | $9.8949$       | $h \sin (H + \alpha) \sec \delta$              | $- 21''92$ |
| $\sin (G + \alpha)$        | $9.0008$       | Red. $\alpha''$                                | $- 8''44$  |
| $\log g$                   | $0.9391$       | Red. $\alpha'$                                 | $- 0.563$  |
| $\cos (G + \alpha)$        | $9.9978$       |                                                |            |

|                      |        |                                   |          |
|----------------------|--------|-----------------------------------|----------|
| sec $\delta$         | 0.1043 | $\tau'\mu'$                       | + 0"02   |
| sin ( $H + \alpha$ ) | 9.9196 | $g \cos (G + \alpha)$             | + 8"65   |
| log $h$              | 1.3169 | $h \cos (H + \alpha) \sin \delta$ | + 7"13   |
| cos ( $H + \alpha$ ) | 9.7453 | $i \cos \delta$                   | — 1"41   |
| sin $\delta$         | 9.7907 | Red. $\delta$                     | + 14"39. |
| log $i$              | 0.2542 |                                   |          |
| cos $\delta$         | 9.8957 |                                   |          |

Diese Reduction bedarf, wenn man die kleinen Nutationsglieder, auf die später ausführlich eingegangen werden wird, berücksichtigen will, einer geringen Correction, und weiter kommt bei diesem Sterne seine Parallaxe in Betracht. Bezeichnet man mit  $\alpha$ ,  $\delta$  und  $\varrho$  die heliocentrischen, mit  $\alpha'$ ,  $\delta'$  und  $\varrho'$  die geocentrischen Äquator-coordinaten des Sternes, mit  $\odot$  und  $R$  die geocentrische Länge und Entfernung der Sonne und mit  $\varepsilon$  die Schiefe der Ekliptik, so bestehen mit Vernachlässigung der Sonnenbreiten die Relationen:

$$\begin{aligned}\varrho' \cos \alpha' \cos \delta' &= \varrho \cos \alpha \cos \delta + R \cos \odot \\ \varrho' \sin \alpha' \cos \delta' &= \varrho \sin \alpha \cos \delta + R \sin \odot \cos \varepsilon \\ \varrho' \sin \delta' &= \varrho \sin \delta + R \sin \odot \sin \varepsilon.\end{aligned}$$

Berücksichtigt man nur die ersten Potenzen der Parallaxe, so erhält man (ähnlich wie auf pag. 111), wenn mit  $p$  die jährliche Parallaxe des Sternes bezeichnet wird, leicht:

$$\begin{aligned}\alpha' - \alpha &= -pR \{ \sin \alpha \cos \odot - \cos \varepsilon \cos \alpha \sin \odot \} \sec \delta \\ \delta' - \delta &= -pR \{ \cos \varepsilon \sin \alpha \sin \delta - \sin \varepsilon \cos \delta \} \sin \odot - pR \sin \delta \cos \alpha \cos \odot.\end{aligned}$$

Setzt man daher:

$$\begin{aligned}-\frac{1}{15}p \cos \varepsilon \cos \alpha &= k \sin K & p (\sin \alpha \sin \delta \cos \varepsilon - \cos \delta \sin \varepsilon) &= l \sin L \\ -\frac{1}{15}p \sin \alpha &= k \cos K & -p \cos \alpha \sin \delta &= l \cos L,\end{aligned}$$

wobei die Hilfsgrößen  $k$ ,  $K$ ,  $l$ ,  $L$  für ein und denselben Stern durch eine lange Reihe von Jahren als constant betrachtet werden dürfen, so findet sich, wenn überdies  $R$  der Einheit gleich gesetzt wird, was ohne merklichen Nachtheil geschehen kann:

$$\begin{aligned}\alpha' - \alpha &= k \cos (K + \odot) \sec \delta \\ \delta' - \delta &= l \cos (L + \odot).\end{aligned}$$

Die Grösse  $k$  ist hier so angesetzt, dass die Correction in Rectascension in Einheiten der Zeitsekunde, jene in Declination in Einheiten der Bogensekunde erhalten wird.

Nimmt man für den Stern 61 Cygni die jährliche Parallaxe mit 0"45 an, so findet sich mit Hilfe der obigen Position ( $\varepsilon = 23^\circ 27'$ ):

$$\begin{aligned}\log k & 8.459 & K &= 317^\circ 1 \\ \log l & 9.575 & L &= 238^\circ 3,\end{aligned}$$

und daraus mit  $\odot = 282^\circ 5$  sofort:

$$\Delta \alpha = -0.019, \quad \Delta \delta = -0.35,$$

welche Correctionen noch an die obige Reduction additiv anzubringen wären.

Fasst man aus den vorstehenden Entwicklungen jene Formeln heraus, deren man bedarf, um die Beobachtung eines Kometen oder Planeten auf das mittlere Äquinocinium des Jahresanfanges zu reduciren und benützt die Hilfsmittel, welche die astronomischen Ephemeriden gegenwärtig hierzu gewähren, so wird man anzuwenden haben:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_0 &= \alpha - \{f + g \sin(G + \alpha) \operatorname{tg} \delta + [h \sin(H + \alpha) + h_0 \sin(H_0 + \alpha)] \sec \delta\} \\ \delta_0 &= \delta - \{g \cos(G + \alpha) + [h \cos(H + \alpha) + h_0 \cos(H_0 + \alpha)] \sin \delta + [i + i_0] \cos \delta\} \end{aligned} \right\} 4b)$$

|      | $\log h_0$ | $H_0$ | $i_0$    |
|------|------------|-------|----------|
| 1800 | 9.534      | 351°3 | — 0"022  |
| 1850 | 9.534      | 350.5 | — 0.024  |
| 1900 | 9.534      | 349.7 | — 0.026. |

Die in den geradlinigen Klammern eingeschlossenen Factoren von  $\sec \delta$ ,  $\sin \delta$  und  $\cos \delta$ , welche die Correctionen für die Fixstern-Aberration ergeben, sind fortzulassen, falls die Beobachtung bereits durch die Verminderung der Beobachtungszeit um die Aberrationszeit sowohl für die Fixstern- als auch Planeten-Aberration corrigirt erscheint. Liegen die zu vereinigenden Beobachtungen in verschiedenen Jahren, so wird man zuerst die Reduction nach den eben angeführten Vorschriften auf den betreffenden Jahresanfang ausführen und dann mit Hilfe der bei der Präcession gegebenen Formeln 57) (pag. 230) die Übertragung auf den gewählten mittleren Äquator bewirken.

Die Ephemeriden der Planeten und Kometen geben dem allgemeinen Gebrauche entsprechend stets die auf das wahre Äquinocinium bezogenen Orte, da die Fixstern- und Planeten-Aberration durch Änderung der Beobachtungszeit (vergl. pag. 123) gleichzeitig berücksichtigt werden kann; bei der Berechnung der Ephemeriden wird man gewöhnlich die auf das mittlere Äquinocinium des Jahresanfanges (wohl auch des nächstliegenden Jahrzehntanfanges) bezogenen rechtwinkligen heliocentrischen Coordinaten des Himmelskörpers erhalten, welche mit den auf das nämliche mittlere Äquinocinium bezogenen rechtwinkligen Sonnencoordinaten vereinigt, die rechtwinkligen geocentrischen Coordinaten desselben finden lassen, die dann in bekannter Weise in polare umgesetzt werden; um diese auf das wahre Äquinocinium des gegebenen Datums zu beziehen, wird man an die berechneten Rectascensionen und Declinationen die Correctionen für Präcession und Nutation anbringen müssen; dieselben sind nach den vorausgehenden Formeln:

$$\begin{aligned} \Delta \alpha &= f + g \sin(G + \alpha) \operatorname{tg} \delta \\ \Delta \delta &= g \cos(G + \alpha). \end{aligned}$$

Hierbei wird, wenn man die in den astronomischen Ephemeriden mitgetheilten Hilfsgrößen  $f$ ,  $g$  und  $G$  benützen will, die Voraussetzung gemacht werden müssen, dass das mittlere Äquinocinium das des tropischen Jahresanfanges sei; das Berliner Jahrbuch bietet in seinen neueren Jahrgängen dem Rechner die analogen Hilfsmittel, um die Übertragung vom mittleren Äquinocinium des nächstliegenden Jahrzehnt-

anfanges ausführen zu können, und auch Correctionstabellen, um die allenfalls hervortretenden Glieder zweiter Ordnung zu berücksichtigen.

Manche der astronomischen Jahrbücher geben aber (besonders in den älteren Jahrgängen) nicht die auf das mittlere Äquinocinium des Jahresanfanges bezogenen rechtwinkligen Sonnencoordinaten, sondern unmittelbar die wahren an; man wird in diesen Fällen die gefundenen mittleren heliocentrischen Coordinaten des Himmelskörpers in wahre zu verwandeln haben, die mit den wahren Sonnencoordinaten vereinigt sofort die Ephemeridenorte (wahres Äquinocinium) ergeben werden. Die nothwendige Umsetzung geschieht am einfachsten nach Hill's Methode (Astr. Nachr. 1593), wobei die oben angeführten Hilfsgrößen  $f$ ,  $g$  und  $G$  ebenfalls ihre Verwendung finden.

Sind  $x$ ,  $y$  und  $z$  die rechtwinkligen heliocentrischen Äquatorcoordinaten, bezogen auf das mittlere Äquinocinium des Jahresanfanges,  $a$  und  $d$  die heliocentrische Rectascension und Declination,  $r$  die Entfernung, so ist:

$$\begin{aligned}x &= r \cos a \cos d \\y &= r \sin a \cos d \\z &= r \sin d.\end{aligned}$$

Sind  $x'$ ,  $y'$  und  $z'$  die auf das jeweilige wahre Äquinocinium bezogenen Coordinaten, so ist, da die aus der Transformation entstehenden Änderungen als differentieller Natur aufgefasst werden dürfen:

$$\begin{aligned}x' - x &= \delta x, & \delta x &= -r \sin a \cos d \delta a - r \cos a \sin d \delta d \\y' - y &= \delta y, & \delta y &= +r \cos a \cos d \delta a - r \sin a \sin d \delta d \\z' - z &= \delta z, & \delta z &= +r \cos d \delta d.\end{aligned}$$

Setzt man nun in den letzteren Ausdrücken für  $\delta a$  und  $\delta d$  die Werthe:

$$\begin{aligned}\delta a &= f + g \sin(G + a) \operatorname{tg} d \\ \delta d &= g \cos(G + a),\end{aligned}$$

welche die Reduction auf das wahre Äquinocinium geben, so wird man unter der Erwägung, dass  $f$  und  $g$  gewöhnlich in Bogensekunden angesetzt sind, leicht finden:

$$\begin{aligned}x' - x &= \{-f \cdot y - g \cos G \cdot z\} \operatorname{arc} 1'' \\ y' - y &= \{+f \cdot x + g \sin G \cdot z\} \operatorname{arc} 1'' \\ z' - z &= \{g \cos G \cdot x - g \sin G \cdot y\} \operatorname{arc} 1''.\end{aligned}$$

Diese Correctionen sind in Einheiten des Radius additiv an die mittleren Coordinaten anzubringen, um die wahren zu erhalten.

Bessel hat den in 2) (pag. 248) auftretenden Reductionscoefficienten noch eine andere Gestalt gegeben, welche dann besondere Vortheile bietet, wenn man Ephemeriden für Sterne herstellen will. Setzt man nämlich:

$$\left. \begin{aligned}\tau' m + \cos \epsilon d\lambda &= Am + E \\ \tau' n + \sin \epsilon d\lambda &= An,\end{aligned} \right\} 5)$$

so wird, da  $m$  und  $n$  (vergl. pag. 203 und 55) pag. 196) nahezu im Verhältnisse von

$\cos \varepsilon$  zu  $\sin \varepsilon$  stehen,  $E$  eine sehr kleine Grösse sein, die sich aus diesen Gleichungen leicht bestimmt, nämlich:

$$nE = (n \cos \varepsilon - m \sin \varepsilon) d\lambda.$$

Nun ist aber nach der Gleichung 55) (pag. 196), wenn man die Glieder dritter Ordnung weglässt:

$$n \cos \varepsilon - m \sin \varepsilon = A_1' \sin \varepsilon \tau + A_2' \sin \varepsilon \tau^2 = a \sin \varepsilon,$$

daher kann mit genügender Genauigkeit gesetzt werden:

$$E = \frac{a}{n} \sin \varepsilon d\lambda, \quad 6a)$$

oder numerisch mit Benützung der Werthe pag. 202 und 203:

$$E = \{+ 0.0027226 - 0.00000481 (t_0 - 1900)\} d\lambda. \quad 6b)$$

Da der grösste Coëfficient in der Nutation in Länge  $d\lambda$  etwa  $17''$  beträgt, so wird  $E$  wegen des kleinen numerischen Factors in 6b) im Maximum  $0''05$  erreichen, und es wird umsomehr genügen, für  $E$  nur die von den Argumenten I und II abhängigen Glieder zu berücksichtigen, als das grösste der folgenden mit dem Argumente III verbundenen Glieder höchstens  $0''0006$  betragen wird, also unbedenklich fortgelassen werden kann. Wie man sieht, bleibt  $E$  stets sehr klein und könnte ohne wesentlichen Nachtheil vernachlässigt werden, wie dies auch ursprünglich von Bessel geschehen ist.

Für  $A$  findet sich aus den Gleichungen 5):

$$A = \tau' + \frac{\sin \varepsilon}{n} d\lambda. \quad 7)$$

Die vom Argument I abhängigen Glieder in  $d\lambda$  sind mit  $\tau'$  vereinigt in die Tafel X aufgenommen; hierbei erscheint  $\tau'$  vom zugehörigen tropischen Jahresanfang gezählt. Man wird aber auch einen anderen Ausgangspunkt wählen können; würde zum Beispiel der tropische Jahresanfang irgend eines Jahres angenommen, so hätte man  $A$  nur um die entsprechende Anzahl von Jahren zu vergrössern oder zu verkleinern. Natürlich darf mit Hilfe der obigen Formel keine Reduction auf so ferne Epochen vorgenommen werden, dass die Glieder zweiter Ordnung merkbar werden.

Bessel setzt ferner:

$$B = -d\varepsilon; \quad 8)$$

man kann also, wenn man die Aberrationsformeln (vergl. 14 pag. 116) und die Eigenbewegung hinzufügt, der Reduction vom mittleren Äquinocmium des Jahresanfangs auf den scheinbaren Ort die Form ertheilen:

$$\left. \begin{aligned} \text{Red. } \alpha &= a A + b B + c C + d D + E + \mu \tau' \\ \text{Red. } \delta &= a' A + b' B + c' C + d' D + \mu' \tau' \end{aligned} \right\} \quad 9)$$

wobei gesetzt worden ist (vergl. 2) pag. 248):

$$\left. \begin{aligned} a &= m + n \sin \alpha \operatorname{tg} \delta & a' &= n \cos \alpha \\ b &= \cos \alpha \operatorname{tg} \delta & b' &= -\sin \alpha \\ c &= \cos \alpha \sec \delta & c' &= \cos \delta \operatorname{tg} \varepsilon - \sin \alpha \sin \delta \\ d &= \sin \alpha \sec \delta & d' &= \cos \alpha \sin \delta, \end{aligned} \right\} \quad 10)$$

welche Coëfficienten für denselben Fixstern im Verlaufe eines Jahres als constant angenommen werden dürfen. Dieser Umstand macht die Formeln 9) besonders bequem zur Herstellung von Sternephemeriden.

Die Grössen  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  und  $E$  finden sich mit der nöthigen Ausführlichkeit in den astronomischen Ephemeriden, können aber auch leicht mit Hilfe der Tafeln X dieses Werkes berechnet werden; die letzteren berücksichtigen übrigens bei  $C$  und  $D$  das kleine von der Erdbahnexcentricität abhängige Glied, während dasselbe in den von den Ephemeriden bis jetzt mitgetheilten Hilfsgrössen nicht enthalten ist. Die Grössen  $C$  und  $D$  hängen nur vom Argumente I ab,  $A$ ,  $B$  und  $E$  auch von den andern Argumenten. Über die Bildung der Argumente ist bereits oben (pag. 240) das Nöthige beigebracht worden, und die Benützung der Tafeln ist eine unmittelbar ersichtliche. Die von den Argumenten I und II abhängigen Glieder sind die wesentlichsten, während die übrigen Argumente den Grössen  $A$  und  $B$  nur kleine, meist rasch veränderliche Glieder hinzufügen, deren Summe bereits oben (pag. 244) als  $A'$  und  $B'$  berechnet worden ist; es wird zweckmässig sein, diese Glieder von den Hauptgliedern zu trennen und die letzteren in grösseren Intervallen zu ermitteln. Die aus den kleinen Gliedern entstehenden Correctionen, welche den aus den Argumenten I und II resultirenden Reductionen hinzuzufügen sind, können leicht nachträglich an die Sternorte angebracht werden und werden sein:

$$\left. \begin{aligned} \text{Correct. der Reduct. in } \alpha &= aA' + bB' \\ \text{,, ,, ,, ,, } \delta &= a'A' + b'B'. \end{aligned} \right\} \text{ 11a)}$$

Für  $a$  und  $a'$  wird (vergl. 10) pag. 253) die jährliche Präcession, die man sich meist ohne Rechnung mit genügender Annäherung verschaffen kann, einzuführen sein; bezeichnet man dieselbe beziehungsweise mit  $P_\alpha$  und  $P_\delta$ , so wird man noch haben:

$$\left. \begin{aligned} \text{Correct. der Reduct. in } \alpha &= P_\alpha A' + \text{tg } \delta \cos \alpha B' \\ \text{,, ,, ,, ,, } \delta &= P_\delta A' - \sin \alpha B'. \end{aligned} \right\} \text{ 11b)}$$

Die Werthe von  $A$ ,  $B$  und  $E$ , soweit sie von den Argumenten I und II allein abhängen, sollen für die Zeiten der oben berechneten Ephemeride mittelst der Tafeln X ermittelt werden. Man hat mit Benützung der bereits früher gefundenen Argumentwerthe I und II:

| 1883<br>mittl. Berl. Zeit | Jan 0.5   | Jan 1.5   | Jan 2.5   | Jan 3.5   | Jan 4.5   | Jan 5.5   |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tafel Xc $\tau'$          | + 0.0007  | + 0.0035  | + 0.0062  | + 0.0089  | + 0.0117  | + 0.0144  |
| Tafel Xc $A_1$            | + 0.00971 | + 0.01334 | + 0.01695 | + 0.02055 | + 0.02414 | + 0.02771 |
| „ Xd $A_2$                | + 0.25884 | + 0.25863 | + 0.25843 | + 0.25821 | + 0.25799 | + 0.25778 |
| Tafel Xc $B_1$            | + 0"526   | + 0"519   | + 0"511   | + 0"503   | + 0"493   | + 0"483   |
| „ Xd $B_2$                | + 6.177   | + 6.184   | + 6.190   | + 6.197   | + 6.204   | + 6.210   |
| log $A$                   | 9.4290    | 9.4345    | 9.4399    | 9.4452    | 9.4504    | 9.4556    |
| log $B$                   | 0.8263    | 0.8263    | 0.8261    | 0.8261    | 0.8259    | 0.8256    |
| Tafel Xc $E_1$            | + 0.0001  | + 0.0001  | + 0.0001  | + 0.0001  | + 0.0001  | + 0.0001  |
| „ Xd $E_2$                | + 0.0024  | + 0.0024  | + 0.0024  | + 0.0024  | + 0.0024  | + 0.0024  |
| $E$                       | + 0.0025  | + 0.0025  | + 0.0025  | + 0.0025  | + 0.0025  | + 0.0025. |



Wollte man die kleinen Glieder mit den hier gefundenen Werthen sofort vereinigen, so wären dafür folgende, aus der Addition der auf pag. 244 ermittelten Werthe von  $A'$  und  $B'$  sich ergebende Beträge anzunehmen, zu denen die Logarithmen der Grössen  $C$  und  $D$  (pag. 120) hinzugefügt sind:

| 1883           | Jan 0.5 | Jan 1.5 | Jan 2.5 | Jan 3.5 | Jan 4.5 | Jan 5.5 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\log(A + A')$ | 9.4272  | 9.4304  | 9.4342  | 9.4388  | 9.4442  | 9.4506  |
| $\log(B + B')$ | 0.8220  | 0.8228  | 0.8244  | 0.8262  | 0.8280  | 0.8294  |
| $\log C$       | 0.5317  | 0.5718  | 0.6084  | 0.6419  | 0.6728  | 0.7017  |
| $\log D$       | 1.3116  | 1.3101  | 1.3085  | 1.3068  | 1.3049  | 1.3029. |

Als Beispiel für die Anwendung der zweiten Form der Bessel'schen Reductionsgrössen soll die auf pag. 249 und 250 nach der ersten Form berechnete Reduction von 61 Cygni auf den scheinbaren Ort vorgenommen werden. Die Formeln 10) geben unter Benützung der früher für diesen Stern angesetzten Position, wenn für 1883 die Werthe von  $m$ ,  $n$  und  $\varepsilon$  der Tafel XI entlehnt und überdies die  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $d$  Coëfficienten, um die Reduction in Rectascension sogleich in Zeitmass zu erhalten, durch 15 dividirt werden:

$$\begin{aligned} \log \frac{a}{15} &= 0.3680 & \log a' &= 1.1540 \\ \log \frac{b}{15} &= 8.5707 & \log b' &= 9.8471 \\ \log \frac{c}{15} &= 8.7800 & \log c' &= 9.8896 \\ \log \frac{d}{15} &= 8.7752 & \log d' &= 9.6425. \end{aligned}$$

Für Januar 2.75 werden für die Constanten  $A$ ,  $B$  (mit Weglassung der kleinen Glieder),  $E$  und  $C$ ,  $D$  (vergl. pag. 120) anzunehmen sein:

$$\begin{aligned} \log A &= 9.4412 & \log C &= 0.6170 \\ \log B &= 0.8261 & \log D &= 1.3081 \\ E &= + 0.0025 & \tau' &= + 0.0069; \end{aligned}$$

für die Ermittlung der Reduction hat man:

$$\begin{aligned} aA &= + 0.644 & a'A &= + 3''.94 \\ bB &= + 0.249 & b'B &= + 4.71 \\ cC &= - 0.249 & c'C &= - 3.21 \\ dD &= - 1.211 & d'D &= + 8.92 \\ E &= + 0.003 & \mu\tau' &= + 0.02 \\ \mu\tau' &= + 0.002 \end{aligned}$$

$$\text{Red. in } \alpha = - 0.562 \quad \text{Red. in } \delta = + 14''.38,$$

zu welchen Werthen noch der oben (pag. 210) angegebene Betrag der Parallaxe hinzukäme. Wie man sieht, stimmt dieses Resultat vollständig mit den früher nach der ersten Form erhaltenen Zahlen. Wollte man die kleinen, rasch veränderlichen Glieder berechnen, so wird für den oben gewählten Moment nach den Formeln 11a) (pag. 254) mit Benützung der eben angegebenen Coëfficienten  $a$ ,  $b$ ,  $a'$ ,  $b'$  mit Rücksicht auf zweite Differenzen:

$$\begin{aligned} A' &= - 0.00381 \\ B' &= - 0.020 \\ \frac{1}{15} aA' + \frac{1}{15} bB' &= - 0.010 \\ a'A' + b'B' &= - 0.07; \end{aligned}$$

diese Correctionen sind, um die kleinen Nutationsglieder zu berücksichtigen, an die oben (pag. 249, 250 und 255) nach verschiedenen Methoden identisch gefundenen Reductionen additiv anzubringen. Die Reduction von 61 Cygni auf den scheinbaren Ort mit Rücksichtnahme auf die kleinen Glieder, die Eigenbewegung und Parallaxe ist daher:

$$\Delta\alpha = - 0^s 59.1 \quad \Delta\delta = + 13'' 96.$$

Hätte man die oben ermittelten Werthe von  $(A + A')$  und  $(B + B')$  in Rechnung gezogen, so würde sich für die von der Präcession und Nutation abhängigen Glieder in Übereinstimmung mit den früheren Resultaten:

$$\begin{aligned} \frac{1}{15}a(A + A') &= + 0^s 636 & a'(A + A') &= + 3'' 88 \\ \frac{1}{15}b(B + B') &= + 0^s 249 & b'(B + B') &= + 4'' 70, \end{aligned}$$

ergeben haben.

Für die Berechnung der Reduction in Rectascension und Declination verdient noch diejenige Form Beachtung, auf welche Klinkerfues (Astr. Nachr. Bd. 62 pag. 355) aufmerksam gemacht hat. Setzt man in die Formeln 4a) (pag. 248) die Nordpoldistanz  $\pi$  ein, so lassen sich dieselben, wenn man die von der Eigenbewegung abhängigen Glieder fortlässt, schreiben:

$$\begin{aligned} \text{Red. in } \alpha &= f + \{g \sin G \cotg \pi + h \sin H \operatorname{cosec} \pi\} \cos \alpha + \\ &\quad + \{g \cos G \cotg \pi + h \cos H \operatorname{cosec} \pi\} \sin \alpha \\ \text{Red. in } \delta &= \cos \delta \{i + (g \cos G \operatorname{cosec} \pi + h \cos H \cotg \pi) \cos \alpha - \\ &\quad - (g \sin G \operatorname{cosec} \pi + h \sin H \cotg \pi) \sin \alpha\}. \end{aligned}$$

Nun ist aber bekanntlich:

$$\begin{aligned} \cotg \pi &= \frac{1}{2} \cotg \frac{1}{2} \pi - \frac{1}{2} \tg \frac{1}{2} \pi \\ \operatorname{cosec} \pi &= \frac{1}{2} \cotg \frac{1}{2} \pi + \frac{1}{2} \tg \frac{1}{2} \pi, \end{aligned}$$

somit auch:

$$\begin{aligned} \text{Red. in } \alpha &= f + \frac{1}{2} \cotg \frac{1}{2} \pi \{ (g \sin G + h \sin H) \cos \alpha + (g \cos G + h \cos H) \sin \alpha \} + \\ &\quad + \frac{1}{2} \tg \frac{1}{2} \pi \{ (-g \sin G + h \sin H) \cos \alpha + (-g \cos G + h \cos H) \sin \alpha \} \\ \text{Red. in } \delta &= \cos \delta \{ i + \frac{1}{2} \cotg \frac{1}{2} \pi \{ (g \cos G + h \cos H) \cos \alpha + (-g \sin G - h \sin H) \sin \alpha \} + \\ &\quad + \frac{1}{2} \tg \frac{1}{2} \pi \{ (g \cos G - h \cos H) \cos \alpha + (-g \sin G + h \sin H) \sin \alpha \} \}. \end{aligned}$$

Setzt man also:

$$\begin{aligned} k \sin K &= \frac{1}{2} (g \sin G + h \sin H) = \frac{1}{2} (B + C) \\ k \cos K &= \frac{1}{2} (g \cos G + h \cos H) = \frac{1}{2} (g \cos G + D) \\ l \sin L &= \frac{1}{2} (g \cos G - h \cos H) = \frac{1}{2} (g \cos G - D) \\ l \cos L &= \frac{1}{2} (-g \sin G + h \sin H) = \frac{1}{2} (-B + C), \end{aligned}$$

so wird für die Berechnung der Reduction:

$$\left. \begin{aligned} \text{Red. in } \alpha &= f + k \cotg \frac{1}{2} \pi \sin (K + \alpha) + l \tg \frac{1}{2} \pi \cos (L + \alpha) \\ \text{Red. in } \delta &= \cos \delta \{ i + k \cotg \frac{1}{2} \pi \cos (K + \alpha) + l \tg \frac{1}{2} \pi \sin (L + \alpha) \}, \end{aligned} \right\} \quad 12)$$

so dass die Bestimmung der Klinkerfues'schen Reductionsconstanten mit Hilfe der Tafeln X ebenfalls leicht durchgeführt werden kann.

Mit Benützung der bisher erlangten Resultate (pag. 120, 249 und 254) erhält man:

| 1883                   | Jan 0.5   | Jan 1.5   | Jan 2.5   | Jan 3.5   | Jan 4.5   |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $\frac{1}{2} B$        | + 3"3515  | + 3"3515  | + 3"3505  | + 3"3500  | + 3"3480  |
| $\frac{1}{2} C$        | — 1.7010  | — 1.8655  | — 2.0295  | — 2.1920  | — 2.3540  |
| $\frac{1}{2} g \cos G$ | + 2.6920  | + 2.7260  | + 2.7605  | + 2.7940  | + 2.8280  |
| $\frac{1}{2} D$        | + 10.2455 | + 10.2120 | + 10.1745 | + 10.1340 | + 10.0905 |
| $k \sin K$             | 0.21761   | 0.17202   | 0.12090   | 0.06371   | 9.99760   |
|                        | 9.99650   | 9.99715   | 9.99775   | 9.99826   | 9.99872   |
| $k \cos K$             | 1.11185   | 1.11186   | 1.11176   | 1.11153   | 1.11121   |
| $K$                    | 7° 16'    | 6° 33'    | 5° 50'    | 5° 7'     | 4° 25'    |
| $\log k$               | 1.1153    | 1.1147    | 1.1140    | 1.1133    | 1.1125    |
| $l \sin L$             | 0.87815   | 0.87425   | 0.87005   | 0.86570   | 0.86109   |
|                        | 9.91971   | 9.91404   | 9.90814   | 9.90204   | 9.89572   |
| $l \cos L$             | 0.70350   | 0.71742   | 0.73078   | 0.74367   | 0.75603   |
| $L$                    | 236° 13'  | 235° 8'   | 234° 2'   | 232° 57'  | 231° 52'  |
| $\log l$               | 0.9584    | 0.9602    | 0.9619    | 0.9637    | 0.9654    |
| $f$                    | + 12"409  | + 12"566  | + 12"724  | + 12"880  | + 13"036  |
| $i$                    | — 1.476   | — 1.619   | — 1.760   | — 1.902   | — 2.043.  |

Das Klinkerfues'sche Verfahren gibt mit Benützung der früher angegebenen Position (pag. 249) und der Reduction für Eigenbewegung (pag. 250), kleine Nutationsglieder (pag. 255) und Parallaxe (pag. 250) die Reduction des Sternes 61 Cygni auf den scheinbaren Ort für 1883 Januar 2.75 mittlere Berliner Zeit in folgender Weise:

|                       |         |                                            |                  |                                            |          |
|-----------------------|---------|--------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|----------|
| $\frac{1}{2} \pi$     | 25° 56' | $\sin(K + \alpha)$                         | 9.7992           | $i$                                        | — 1"79   |
| $K$                   | 5 39    | $k \cotg \frac{1}{2} \pi$                  | 1.4269           | $k \cotg \frac{1}{2} \pi \cos(K + \alpha)$ | + 20.76  |
| $L$                   | 233 46  | $\cos(K + \alpha)$                         | 9.8903           | $l \tg \frac{1}{2} \pi \sin(L + \alpha)$   | — 0.70   |
| $K + \alpha$          | 320 58  | $\cos(L + \alpha)$                         | 9.9945           | $\Sigma$                                   | + 18.27  |
| $L + \alpha$          | 189 5   | $l \tg \frac{1}{2} \pi$                    | 0.6492           | $\log \Sigma$                              | 1.2618   |
| $k$                   | 1.1138  | $\sin(L + \alpha)$                         | 9.1983           | $\cos \delta$                              | 9.8957   |
| $\tg \frac{1}{2} \pi$ | 9.6869  | $f$                                        | + 12"76          | Red. I                                     | + 14"37  |
| $l$                   | 0.9623  | $k \cotg \frac{1}{2} \pi \sin(K + \alpha)$ | — 16.83          | $\mu' \tau'$                               | + 0.02   |
|                       |         | $l \tg \frac{1}{2} \pi \cos(L + \alpha)$   | — 4.40           | kl. Glieder                                | — 0.07   |
|                       |         | $\mu \tau'$                                | + 0.04           | Parall.                                    | — 0.35   |
|                       |         | kl. Glieder                                | — 0.15           | Red. $\delta =$                            | + 13"97. |
|                       |         | Parall.                                    | — 0.28           |                                            |          |
|                       |         | Red. $\alpha$                              | — 8"86 = — 0.591 |                                            |          |

Bisher wurde nur der Fall in Betracht gezogen, in welchem die durch vorstehende Formeln erhaltbaren Reductionen so klein sind, dass man mit Berücksichtigung der ersten Potenzen der durch dieselben bewirkten Änderungen der polaren Coordinaten ausreicht; dies wird aber nicht mehr stattfinden, wenn der

zu reducirende Ort dem Pole sehr nahe ist. Man hat deshalb die Glieder zweiter Ordnung zu ermitteln getrachtet, welche jedoch für Sterne in der unmittelbaren Nähe des Poles ebenfalls nicht hinlänglich zuverlässig werden und deren Berücksichtigung sich ausserordentlich mühsam erweist. Dieser Nachtheil kann ganz umgangen werden, wenn man von dem Vorschlage Gebrauch macht, den Fabritius in Nr. 2072 und 2073 der »Astr. Nachr.« veröffentlicht hat, und der, soviel mir bekannt, bis jetzt nicht die gebührende Würdigung erfahren hat.

Es seien  $\Delta\alpha_0$  und  $\Delta\delta_0$  die nach den Formeln 4a) (pag. 248) oder 9) (pag. 253) berechneten Werthe der Reduction, so sind die Änderungen der rechtwinkligen Coordinaten bis auf Grössen zweiter Ordnung, die aber niemals mit Factoren ( $\operatorname{tg} \delta$  oder  $\sec \delta$ ) multiplicirt erscheinen, welche das Hervortreten derselben nachtheilig machen würden, folgende:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_0 &= -\sin \alpha_0 \cos \delta_0 \Delta\alpha_0 - \cos \alpha_0 \sin \delta_0 \Delta\delta_0 \\ \Delta y_0 &= \cos \alpha_0 \cos \delta_0 \Delta\alpha_0 - \sin \alpha_0 \sin \delta_0 \Delta\delta_0 \\ \Delta z_0 &= \cos \delta_0 \Delta\delta_0; \end{aligned} \right\} 13)$$

von diesen Gleichungen werden übrigens nur die beiden ersten gebraucht. Hierbei stellen  $\alpha_0, \delta_0$  die für den tropischen Jahresanfang geltenden mittleren Coordinaten vor, während durch  $\alpha, \delta$  die scheinbaren bezeichnet werden sollen. Es ist demnach:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha \cos \delta &= \cos \alpha_0 \cos \delta_0 + \Delta x_0 \\ \sin \alpha \cos \delta &= \sin \alpha_0 \cos \delta_0 + \Delta y_0. \end{aligned} \right\} 14)$$

Multiplicirt man die erste dieser Gleichungen mit  $-\sin \alpha_0$ , die zweite mit  $\cos \alpha_0$  und addirt, und wendet dasselbe Verfahren unter Benützung der Factoren  $\cos \alpha_0$  und  $\sin \alpha_0$  an, so gelangt man zu den folgenden beiden Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \cos \delta \sin (\alpha - \alpha_0) &= -\sin \alpha_0 \Delta x_0 + \cos \alpha_0 \Delta y_0 \\ \cos \delta \cos (\alpha - \alpha_0) &= \cos \delta_0 + \cos \alpha_0 \Delta x_0 + \sin \alpha_0 \Delta y_0, \end{aligned} \right\} 15)$$

deren Division mit Rücksicht auf die Relationen 13):

$$\operatorname{tg} (\alpha - \alpha_0) = \frac{\Delta\alpha_0 \operatorname{arc} 1''}{1 - \operatorname{tg} \delta_0 \Delta\delta_0 \operatorname{arc} 1''}. \quad 16)$$

ergibt. Multiplicirt man die erste Gleichung in 15) mit  $\sin \frac{1}{2} (\alpha - \alpha_0)$ , die zweite mit  $\cos \frac{1}{2} (\alpha - \alpha_0)$  und addirt, so erhält man:

$$\cos \delta = \cos \delta_0 + \frac{\cos \frac{1}{2} (\alpha + \alpha_0) \Delta x_0 + \sin \frac{1}{2} (\alpha + \alpha_0) \Delta y_0}{\cos \frac{1}{2} (\alpha - \alpha_0)},$$

oder mit Benützung der Relationen 13):

$$\cos \delta = \cos \delta_0 - \sin \delta_0 \Delta\delta_0 + \cos \delta_0 \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\alpha - \alpha_0) \Delta\alpha_0. \quad 17)$$

Es ist aber:

$$\cos \delta - \cos \delta_0 = -2 \sin \frac{1}{2} (\delta + \delta_0) \sin \frac{1}{2} (\delta - \delta_0).$$

Beachtet man, dass  $\delta - \delta_0$  stets nur eine Grösse von der Ordnung der durch die Präcession, Nutation und Aberration bewirkten absoluten Veränderungen der Coordinaten ist, so kann man mit voller Berechtigung den Sinus mit dem Bogen ver-

tauschen und, da hier nur dem Pole nahe Sterne in Betracht kommen, mit demselben Rechte  $\sin \delta_0$  statt  $\sin \frac{1}{2}(\delta + \delta_0)$  setzen; man erhält dann aus 17):

$$\delta - \delta_0 = \Delta \delta_0 - \cotg \delta_0 \tg \frac{1}{2}(\alpha - \alpha_0) \Delta \alpha_0 \text{arc } 1'' \quad 18)$$

Um demnach die Reduction für einen dem Pole nahe stehenden Stern zu ermitteln, rechnet man mit Hilfe der gewöhnlichen Formeln 4a) (pag. 248) und 10) (pag. 253) die Reductionen  $\Delta \alpha_0$ ,  $\Delta \delta_0$  und hat dann:

$$\left. \begin{aligned} \tg(\alpha - \alpha_0) &= \frac{\Delta \alpha_0 \text{arc } 1''}{1 - \tg \delta_0 \Delta \delta_0 \text{arc } 1''} \\ \delta - \delta_0 &= \Delta \delta_0 - \cotg \delta_0 \tg \frac{1}{2}(\alpha - \alpha_0) \Delta \alpha_0 \text{arc } 1''.*) \end{aligned} \right\} \quad 19)$$

Wollte man nur die Glieder zweiter Ordnung berücksichtigen, so könnte man statt 19) wohl auch schreiben:

$$\left. \begin{aligned} \alpha - \alpha_0 &= \Delta \alpha_0 + \tg \delta_0 \Delta \alpha_0 \Delta \delta_0 \text{arc } 1'' \\ \delta - \delta_0 &= \Delta \delta_0 - \frac{1}{2} \cotg \delta_0 \Delta \alpha_0^2 \text{arc } 1'', \end{aligned} \right\} \quad 20a)$$

welche Formeln selbst für  $\lambda$  Ursae minoris mehr als ausreichend sind und deren Berechnung für bestimmte Sterne durch entsprechend construirte Hilfstafeln noch erleichtert werden kann; für Sterne, die dem Pole bis auf wenige Bogenminuten nahe stehen, ist jedoch die Anwendung der strengen Ausdrücke 19) zu empfehlen.

Denkt man sich  $\Delta \alpha_0$  in Zeitsekunden,  $\Delta \delta_0$  in Bogensekunden ausgedrückt, so würde die Einsetzung der numerischen Werthe ergeben:

$$\left. \begin{aligned} \alpha - \alpha_0 &= \Delta \alpha_0 + 4.6856 \tg \delta_0 \Delta \alpha_0 \Delta \delta_0 \\ \delta - \delta_0 &= \Delta \delta_0 + 6.7367 \cotg \delta_0 \Delta \alpha_0^2 \end{aligned} \right\} \quad 20b)$$

in welchen Formeln die Coëfficienten logarithmisch angesetzt sind; für einen bestimmten Stern werden die Factoren von  $\Delta \alpha_0$ ,  $\Delta \delta_0$  und  $\Delta \alpha_0^2$  durch das ganze Jahr constant anzunehmen sein.

Vergleicht man diese Formeln mit denjenigen, welche gewöhnlich in sehr weitläufiger Weise zur Berücksichtigung der Glieder höherer Ordnung herangezogen werden, so wird man sofort den bedeutenden Vorzug der ersteren gewahren; dabei ist aber zu beachten, dass die gewöhnliche Methode einige constante Glieder weglässt, die dann gewissermassen dem mittleren Sternorte anhaften und, falls man identische Resultate erlangen will, vor Anwendung der obigen Formeln zu berücksichtigen sein werden. Es sollen demnach die Formeln 20a) zur Bestimmung der Glieder zweiter Ordnung aufgelöst werden, wobei natürlich jene kleinen, unmerklichen Glieder zweiter Ordnung nicht auftreten können, welche bei der Ableitung der Nutationsformeln für den Äquator (vergl. 1) pag. 245) bereits weggelassen wurden und aus den Gliedern:

$$\begin{aligned} &\frac{1}{2} \left( \frac{d^2 \alpha}{d\lambda^2} \right) d\lambda^2 + \left( \frac{d^2 \alpha}{d\lambda d\epsilon} \right) d\lambda d\epsilon + \frac{1}{2} \left( \frac{d^2 \alpha}{d\epsilon^2} \right) d\epsilon^2 \\ &\frac{1}{2} \left( \frac{d^2 \delta}{d\lambda^2} \right) d\lambda^2 + \left( \frac{d^2 \delta}{d\lambda d\epsilon} \right) d\lambda d\epsilon + \frac{1}{2} \left( \frac{d^2 \delta}{d\epsilon^2} \right) d\epsilon^2, \end{aligned}$$

entstehen.

\*) Dieses zweite Glied hat bei Fabritius (Astronomische Nachrichten No. 2073) in Folge eines Druckfehlers das unrichtige Vorzeichen.

Führt man in  $\Delta\alpha_0$  und  $\Delta\delta_0$ , welche Grössen in den Formeln 20a) (pag. 259) auftreten, bloss die Hauptglieder ein, weil die kleinen keine sehr merklichen Correctionen ergeben können und setzt abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= + 46''06 \tau' + 20''05 \tau' \sin \alpha \operatorname{tg} \delta & \alpha' &= + 20''05 \tau' \cos \alpha \\ \beta &= - 17''27 \{\cos \varepsilon + \sin \varepsilon \sin \alpha \operatorname{tg} \delta\} & \beta' &= - 17''27 \sin \varepsilon \cos \alpha \\ \gamma &= - 9''24 \cos \alpha \operatorname{tg} \delta & \gamma' &= + 9''24 \sin \alpha \\ \xi &= - 20''48 \sin \alpha \sec \delta & \xi' &= - 20''48 \cos \alpha \sin \delta \\ \eta &= - 20''48 \cos \varepsilon \cos \alpha \sec \delta & \eta' &= - 20''48 \{\sin \varepsilon \cos \delta - f \cos \varepsilon \sin \alpha \sin \delta\} \\ \iota &= - 1''27 \{\cos \varepsilon + \sin \varepsilon \sin \alpha \operatorname{tg} \delta\} & \iota' &= - 1''27 \sin \varepsilon \cos \alpha \\ \kappa &= - 0''55 \cos \alpha \operatorname{tg} \delta & \kappa' &= + 0''55 \sin \alpha, \end{aligned} \right\} 21)$$

so wird:

$$\Delta\alpha_0 = \alpha + \beta \sin \Omega + \gamma \cos \Omega + \xi \sin \odot + \eta \cos \odot + \iota \sin 2\odot + \kappa \cos 2\odot$$

$$\Delta\delta_0 = \alpha' + \beta' \sin \Omega + \gamma' \cos \Omega + \xi' \sin \odot + \eta' \cos \odot + \iota' \sin 2\odot + \kappa' \cos 2\odot,$$

und somit:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\alpha_0 \Delta\delta_0 &= \alpha\alpha' + \frac{1}{2}\beta\beta' + \frac{1}{2}\gamma\gamma' + \frac{1}{2}\xi\xi' + \frac{1}{2}\eta\eta' + \frac{1}{2}\iota\iota' + \frac{1}{2}\kappa\kappa' + \\ &+ \{\alpha\beta' + \beta\alpha'\} \sin \Omega + \{\alpha\gamma' + \gamma\alpha'\} \cos \Omega + \\ &+ \{\alpha\xi' + \xi\alpha' - \frac{1}{2}\kappa\xi' - \frac{1}{2}\xi\kappa' + \frac{1}{2}\iota\eta' + \frac{1}{2}\eta\iota'\} \sin \odot + \\ &+ \{\alpha\eta' + \eta\alpha' + \frac{1}{2}\iota\xi' + \frac{1}{2}\xi\iota' + \frac{1}{2}\kappa\eta' + \frac{1}{2}\eta\kappa'\} \cos \odot + \\ &+ \{\alpha\iota' + \iota\alpha' + \frac{1}{2}\eta\xi' + \frac{1}{2}\xi\eta'\} \sin 2\odot + \{\alpha\kappa' + \kappa\alpha' - \frac{1}{2}\xi\xi' + \frac{1}{2}\eta\eta'\} \cos 2\odot + \\ &+ \{\frac{1}{2}\beta\gamma' + \frac{1}{2}\gamma\beta'\} \sin 2\Omega + \{\frac{1}{2}\gamma\gamma' - \frac{1}{2}\beta\beta'\} \cos 2\Omega + \\ &+ \{\frac{1}{2}\kappa\xi' + \frac{1}{2}\xi\kappa' + \frac{1}{2}\iota\eta' + \frac{1}{2}\eta\iota'\} \sin 3\odot + \{\frac{1}{2}\kappa\eta' + \frac{1}{2}\eta\kappa' - \frac{1}{2}\iota\xi' - \frac{1}{2}\xi\iota'\} \cos 3\odot + \\ &+ \{\frac{1}{2}\beta\eta' + \frac{1}{2}\eta\beta' + \frac{1}{2}\gamma\xi' + \frac{1}{2}\xi\gamma'\} \sin (\odot + \Omega) + \{\frac{1}{2}\gamma\eta' + \frac{1}{2}\eta\gamma' - \\ &\quad - \frac{1}{2}\beta\xi' - \frac{1}{2}\xi\beta'\} \cos (\odot + \Omega) + \\ &+ \{\frac{1}{2}\gamma\xi' + \frac{1}{2}\xi\gamma' - \frac{1}{2}\beta\eta' - \frac{1}{2}\eta\beta'\} \sin (\odot - \Omega) + \{\frac{1}{2}\gamma\eta' + \frac{1}{2}\eta\gamma' + \\ &\quad + \frac{1}{2}\beta\xi' + \frac{1}{2}\xi\beta'\} \cos (\odot - \Omega) + \\ &+ \{\frac{1}{2}\beta\kappa' + \frac{1}{2}\kappa\beta' + \frac{1}{2}\gamma\iota' + \frac{1}{2}\iota\gamma'\} \sin (2\odot + \Omega) + \{\frac{1}{2}\gamma\kappa' + \frac{1}{2}\kappa\gamma' - \\ &\quad - \frac{1}{2}\beta\iota' - \frac{1}{2}\iota\beta'\} \cos (2\odot + \Omega) + \\ &+ \{\frac{1}{2}\gamma\iota' + \frac{1}{2}\iota\gamma' - \frac{1}{2}\beta\kappa' - \frac{1}{2}\kappa\beta'\} \sin (2\odot - \Omega) + \{\frac{1}{2}\gamma\kappa' + \frac{1}{2}\kappa\gamma' + \\ &\quad + \frac{1}{2}\beta\iota' + \frac{1}{2}\iota\beta'\} \cos (2\odot - \Omega) + \\ &+ \{\frac{1}{2}\kappa\iota' + \frac{1}{2}\iota\kappa'\} \sin 4\odot + \{\frac{1}{2}\kappa\kappa' - \frac{1}{2}\iota\iota'\} \cos 4\odot, \\ \Delta\alpha_0^2 &= \alpha\alpha + \frac{1}{2}\beta\beta + \frac{1}{2}\gamma\gamma + \frac{1}{2}\xi\xi + \frac{1}{2}\eta\eta + \frac{1}{2}\iota\iota + \frac{1}{2}\kappa\kappa + \\ &+ 2\alpha\beta \sin \Omega + 2\alpha\gamma \cos \Omega + \{2\alpha\xi - \kappa\xi + 2\eta\} \sin \odot + \\ &\quad + \{2\alpha\eta + \iota\xi + \kappa\eta\} \cos \odot + \\ &+ \{2\alpha\iota + \eta\xi\} \sin 2\odot + \{2\alpha\kappa - \frac{1}{2}\xi\xi + \frac{1}{2}\eta\eta\} \cos 2\odot + \beta\gamma \sin 2\Omega + \\ &\quad + \{\frac{1}{2}\gamma\gamma - \frac{1}{2}\beta\beta\} \cos 2\Omega + \\ &+ \{\kappa\xi + \iota\eta\} \sin 3\odot + \{\kappa\eta - \iota\xi\} \cos 3\odot + \{\eta\beta + \xi\gamma\} \sin (\odot + \Omega) \\ &\quad + \{\eta\gamma - \beta\xi\} \cos (\odot + \Omega) + \\ &+ \{\xi\gamma - \eta\beta\} \sin (\odot - \Omega) + \{\eta\gamma + \beta\xi\} \cos (\odot - \Omega) + \\ &\quad + \{\beta\kappa + \gamma\iota\} \sin (2\odot + \Omega) + \{\gamma\kappa - \beta\iota\} \cos (2\odot + \Omega) + \\ &+ \{\gamma\iota - \beta\kappa\} \sin (2\odot - \Omega) + \{\beta\iota + \gamma\kappa\} \cos (2\odot - \Omega) + \iota\kappa \sin 4\odot + \\ &\quad + \{\frac{1}{2}\kappa\kappa - \frac{1}{2}\iota\iota\} \cos 4\odot. \end{aligned} \right\} 22)$$

Stellt man in diese Ausdrücke die numerischen Werthe nach 21) ein, nimmt im ersten Ausdrucke nur die mit  $\operatorname{tg} \delta$ , im zweiten nur die mit  $\operatorname{tg} \delta^2$  multiplicirten Glieder mit, da die anderen, so lange man mit Gliedern zweiter Ordnung ausreicht, nichts merkliches ergeben können und erlaubt sich in Rücksicht auf den Umstand, dass man die folgenden Formeln nur auf dem Pole sehr nahe stehende Sterne anwendet, eventuell statt  $\sec \delta$  den Werth  $\operatorname{tg} \delta$  einzusetzen, so erhält man:

$$d\Delta\alpha_0 = \Delta\alpha_0 \Delta\delta_0 \operatorname{arc} 1'' \operatorname{tg} \delta_0 =$$

$$\left. \begin{aligned} & \{ + 0''0009 \, 74 \sin 2\alpha \tau'^2 + 0''0000 \, 34 \sin 2\alpha \} \operatorname{tg} \delta^2 + \\ & + \{ - 0.0006 \, 68 \sin 2\alpha \tau' \} \operatorname{tg} \delta^2 \sin \Omega + \\ & + \{ - 0.0008 \, 98 \cos 2\alpha \tau' \} \operatorname{tg} \delta^2 \cos \Omega + \\ & + \{ - 0.0019 \, 91 \sin 2\alpha \tau' - 0.000004 \cos 2\alpha \} \operatorname{tg} \delta^2 \sin \odot + \\ & + \{ - 0.0018 \, 26 \cos 2\alpha \tau' \} \operatorname{tg} \delta^2 \cos \odot + \\ & + \{ - 0.0000 \, 49 \sin 2\alpha \tau' + 0.0009 \, 33 \cos 2\alpha \} \operatorname{tg} \delta^2 \sin 2\odot + \\ & + \{ - 0.0000 \, 53 \cos 2\alpha \tau' - 0.0009 \, 36 \sin 2\alpha \} \operatorname{tg} \delta^2 \cos 2\odot + \\ & \quad + 0.0001 \, 54 \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \sin 2\Omega - \\ & \quad - 0.0001 \, 61 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \cos 2\Omega + \\ & \quad + 0.0000 \, 50 \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \sin 3\odot - \\ & \quad - 0.0000 \, 50 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \cos 3\odot + \\ & \quad + 0.0007 \, 72 \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \sin (\odot + \Omega) - \\ & \quad - 0.0007 \, 62 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \cos (\odot + \Omega) + \\ & \quad + 0.0001 \, 46 \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \sin (\odot - \Omega) - \\ & \quad - 0.0000 \, 79 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \cos (\odot - \Omega) + \\ & \quad + 0.0000 \, 20 \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \sin (2\odot + \Omega) - \\ & \quad - 0.0000 \, 21 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \cos (2\odot + \Omega) + \\ & \quad + 0.0000 \, 02 \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \sin (2\odot - \Omega) - \\ & \quad - 0.0000 \, 04 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \cos (2\odot - \Omega) + \\ & \quad + 0.0000 \, 01 \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \sin 4\odot - \\ & \quad - 0.0000 \, 01 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \cos 4\odot, \end{aligned} \right\} 23a)$$

$$d\Delta\delta_0 = -\frac{1}{2} \cotg \delta_0 \Delta\alpha_0^2 \operatorname{arc} 1'' =$$

$$\left. \begin{aligned} & \{ (- 0''000487 + 0''000307 \cos 2\alpha) \tau'^2 - 0''000549 + 0''000017 \cos 2\alpha \} \operatorname{tg} \delta + \\ & + \{ (+ 0.000334 - 0.000334 \cos 2\alpha) \tau' \} \operatorname{tg} \delta \sin \Omega + \\ & + \{ \quad + 0.000449 \sin 2\alpha \tau' \} \operatorname{tg} \delta \cos \Omega + \\ & + \{ (+ 0.000996 - 0.000996 \cos 2\alpha) \tau' \quad + 0.000002 \sin 2\alpha \} \operatorname{tg} \delta \sin \odot + \\ & + \{ \quad + 0.000913 \sin 2\alpha \tau' - 0.000025 \} \operatorname{tg} \delta \cos \odot + \\ & + \{ (+ 0.000025 - 0.000025 \cos 2\alpha) \tau' \quad - 0.000466 \sin 2\alpha \} \operatorname{tg} \delta \sin 2\odot + \\ & + \{ \quad + 0.000027 \sin 2\alpha \tau' + 0.000040 - 0.000468 \cos 2\alpha \} \operatorname{tg} \delta \cos 2\odot - \\ & \quad - 0.000077 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta \sin 2\Omega - \\ & \quad - \{ 0.000023 + 0.000080 \cos 2\alpha \} \operatorname{tg} \delta \cos 2\Omega - \\ & \quad - 0.000025 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta \sin 3\odot - \\ & \quad - 0.000025 \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta \cos 3\odot - \\ & \quad - 0.000386 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta \sin (\odot + \Omega) - \end{aligned} \right\} 23b)$$

$$\begin{aligned}
 & - \{0.000040 + 0.000381 \cos 2\alpha\} \operatorname{tg} \delta \cos(\odot + \Omega) - \\
 & \quad - 0.000073 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta \sin(\odot - \Omega) - \\
 & - \{0.000381 + 0.000040 \cos 2\alpha\} \operatorname{tg} \delta \cos(\odot - \Omega) - \\
 & \quad - 0.000010 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta \sin(2\odot + \Omega) - \\
 & - \{0.000002 + 0.000010 \cos 2\alpha\} \operatorname{tg} \delta \cos(2\odot + \Omega) - \\
 & \quad - 0.000001 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta \sin(2\odot - \Omega) - \\
 & - \{0.000010 + 0.000002 \cos 2\alpha\} \operatorname{tg} \delta \cos(2\odot - \Omega) - \\
 & \quad - 0.000001 \cos 2\alpha \operatorname{tg} \delta \cos 4\odot.
 \end{aligned}$$

Wenn man von den mit  $\tau'$  multiplicirten und von periodischen Argumenten freien Gliedern absieht, so hat man jene, übrigens hier in grösserer Vollständigkeit gegebenen Formeln, welche man gewöhnlich zur Berechnung der aus der Nutation und Aberration entstehenden Glieder zweiter Ordnung anwendet; die mit  $\tau'$  multiplicirten Glieder zweiter Ordnung bestimmen den Einfluss der Präcession in den Fällen, wo man als Ausgangspunkt für die Jahresephemeride eines Sternes seine mittleren Coordinaten des Jahresanfanges wählt. Vergleicht man das Formelsystem 22) (pag. 260) mit den Gleichungen 20a) (pag. 259), so ist der Vorthail der Einfachheit seitens der letzteren evident und es kann wohl kaum zweifelhaft sein, welcher Methode man sich bei der Anwendung zu bedienen hat; nur ist zu bedenken, dass die bisher gewöhnlich in Anwendung gebrachten Formeln die für einen gegebenen Stern constanten Glieder nicht berücksichtigen, also dem Sternorte noch anhaften; man hat daher die Katalogspositionen der Sterne um die Beträge:

$$\left. \begin{aligned}
 & - 0.000023 \sin 2\alpha \operatorname{tg} \delta^2 \text{ in Rectascension, } \\
 & \{ + 0.000549 - 0.000017 \cos 2\alpha \} \operatorname{tg} \delta \text{ in Declination, }
 \end{aligned} \right\} \quad 24)$$

zu corrigiren, wobei hier die erstere Correction schon in Zeitsekunden angesetzt ist.

Als Beispiel für die Anwendung der von Fabritius in Vorschlag gebrachten Formeln soll mit Hilfe der früher (pag. 255) gefundenen Zahlen für den polnahen Stern  $\lambda$  Ursae minoris ein Ephemeridenbruchstück berechnet werden.

Die mittlere Position für 1883.0 ist nach dem Berliner Jahrbuch:

$$\alpha_0 = 19^h 41^m 2^s 284, \quad \delta_0 = + 88^\circ 57' 2'' 52,$$

die jährlichen Änderungen sind nach derselben Quelle:

$$- 62^s 9955, \quad + 8'' 552.$$

Die Position ist zuerst wegen des kleinen Aberrationsgliedes (vergl. 59) pag. 232) und wegen der constanten Glieder zweiter Ordnung (vergl. 24) pag. 262) zu corrigiren, wobei man nach den betreffenden Formeln:

$$\begin{array}{llll}
 \text{Correct. wegen Aberr.} & + 1^s 199 & - 0'' 09 & \\
 \text{,, „ Gl. 2. Ordg.} & + 0.005 & + 0.03, & 
 \end{array}$$

findet. Es ist demnach die für den tropischen Jahresanfang 1883 hier anzuwendende Position:

$$\begin{aligned}
 \alpha_0 &= 19^h 41^m 3^s 488 & \delta_0 &= + 88^\circ 57' 2'' 46 \\
 &= 295^\circ 15' 52'' 32.
 \end{aligned}$$

Rechnet man nun nach den Formeln 57) (pag. 230) unter Benützung der Tafeln XI



die jährliche Präcession, oder die mit derselben identischen Grössen  $a$  und  $a'$  der Formeln 10) (pag. 253), so findet sich:

$$\begin{aligned} \frac{1}{15}n &= 0.125993 & n &= 1.302085 \\ \operatorname{tg} \delta_0 &= 1.737167 & \cos \alpha_0 &= 0.630222 \\ \sin \alpha_0 &= 0.956335 & \log a' &= 0.932307 \\ \log \frac{1}{15}n \operatorname{tg} \delta_0 \sin \alpha_0 &= 1.819495 & a' &= + 8''557 \\ \frac{1}{15}n \operatorname{tg} \delta_0 \sin \alpha_0 &= - 65^s 9926 \\ m &= + 3.0712 \\ \frac{1}{15}a &= - 62^s 9214 & \log \frac{1}{15}a &= 1.7988. \end{aligned}$$

Die Vergleichung dieser Zahlen mit jenen des Berliner Jahrbuches zeigt, dass man, um den Übergang auf die hier benützten Präcessionsconstanten zu machen, demnach eine jährliche Eigenbewegung beziehungsweise von:

$$- 0^s 0741, \quad - 0'' 005,$$

annehmen muss. Die Berechnung der übrigen Coëfficienten nach 10) (pag. 253) gibt:

$$\begin{aligned} \log \frac{1}{15}b &= 0.1913 & \log b' &= 0.9563 \\ \log \frac{1}{15}c &= 0.1914 & \log c' &= 0.9601 \\ \log \frac{1}{15}d &= 0.5175 & \log d' &= 0.6301. \end{aligned}$$

Die Ermittlung der Reductionsbeträge mit Hilfe der auf pag. 255 angesetzten Bessel'schen Reductionscoëfficienten gestaltet sich nach den Formeln 9) (pag. 253) und 20b) (pag. 259) wie folgt:

|                                   | Jan 0.5                               | Jan 1.5                               | Jan 2.5                               | Jan 3.5                               | Jan 4.5                               |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| $a(A + A')$                       | — 16 <sup>s</sup> 83                  | — 16 <sup>s</sup> 95                  | — 17 <sup>s</sup> 10                  | — 17 <sup>s</sup> 28                  | — 17 <sup>s</sup> 50                  |
| $b(B + B')$                       | + 10.31                               | + 10.33                               | + 10.37                               | + 10.41                               | + 10.45                               |
| $cC$                              | — 5.29                                | — 5.80                                | — 6.31                                | — 6.81                                | — 7.31                                |
| $dD$                              | — 67.47                               | — 67.23                               | — 66.99                               | — 66.73                               | — 66.43                               |
| $E$                               | 0.00                                  | 0.00                                  | 0.00                                  | 0.00                                  | 0.00                                  |
| $\mu r'$                          | 0.00                                  | 0.00                                  | 0.00                                  | 0.00                                  | 0.00                                  |
| $\Delta \alpha_0$                 | — 79 <sup>s</sup> 28                  | — 79 <sup>s</sup> 65                  | — 80 <sup>s</sup> 03                  | — 80 <sup>s</sup> 41                  | — 80 <sup>s</sup> 79                  |
| $a'(A + A')$                      | + 2 <sup>''</sup> 288                 | + 2 <sup>''</sup> 305                 | + 2 <sup>''</sup> 325                 | + 2 <sup>''</sup> 350                 | + 2 <sup>''</sup> 379                 |
| $b'(B + B')$                      | + 6.001                               | + 6.013                               | + 6.036                               | + 6.060                               | + 6.086                               |
| $c'C$                             | — 3.103                               | — 3.403                               | — 3.702                               | — 3.999                               | — 4.294                               |
| $d'D$                             | + 8.744                               | + 8.714                               | + 8.682                               | + 8.648                               | + 8.610                               |
| $\mu' r'$                         | 0.000                                 | 0.000                                 | 0.000                                 | 0.000                                 | 0.000                                 |
| $\Delta \delta_0$                 | + 13.930                              | + 13.629                              | + 13.341                              | + 13.059                              | + 12.781                              |
| $\log \Delta \alpha_0$            | 1.899                                 | 1.901                                 | 1.903                                 | 1.905                                 | 1.907                                 |
| $\log \Delta \delta_0$            | 1.144                                 | 1.134                                 | 1.125                                 | 1.116                                 | 1.107                                 |
| $\Delta \alpha_0 \Delta \delta_0$ | 3.043                                 | 3.035                                 | 3.028                                 | 3.021                                 | 3.014                                 |
| $d \Delta \alpha_0^*$             | — 0 <sup>s</sup> 29                   | — 0 <sup>s</sup> 29                   | — 0 <sup>s</sup> 28                   | — 0 <sup>s</sup> 28                   | — 0 <sup>s</sup> 27                   |
| $\log \Delta \alpha_0^2$          | 3.798                                 | 3.802                                 | 3.806                                 | 3.810                                 | 3.814                                 |
| $d \Delta \delta_0^*$             | — 0 <sup>''</sup> 063                 | — 0 <sup>''</sup> 063                 | — 0 <sup>''</sup> 064                 | — 0 <sup>''</sup> 064                 | — 0 <sup>''</sup> 065                 |
| Red $\alpha_0$                    | — 1 <sup>'''</sup> 19 <sup>s</sup> 57 | — 1 <sup>'''</sup> 19 <sup>s</sup> 94 | — 1 <sup>'''</sup> 20 <sup>s</sup> 31 | — 1 <sup>'''</sup> 20 <sup>s</sup> 69 | — 1 <sup>'''</sup> 21 <sup>s</sup> 06 |
| Red $\delta_0$                    | + 13 <sup>''</sup> 87                 | + 13 <sup>''</sup> 57                 | + 13 <sup>''</sup> 28                 | + 12 <sup>''</sup> 99                 | + 12 <sup>''</sup> 72.                |

\*) Es werden nämlich nach 20b) (pag. 259) die für das ganze Jahr constant anzunehmenden Logarithmen der Coëfficienten, mit denen beziehungsweise  $\Delta \alpha_0$ ,  $\Delta \delta_0$  und  $\Delta \alpha_0^2$  zu multipliciren sind: (6.423 — 10) und (4.999 — 10).

Die Ephemeride der scheinbaren Orte des Sternes ist also :

| Mittl. Berl. Zeit | app. $\alpha$                                       | app. $\delta$    |
|-------------------|-----------------------------------------------------|------------------|
| 1883 Jan 0.5      | 19 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 43 <sup>s</sup> .92 | + 88° 57' 16".33 |
| „ 1.5             | 43.55                                               | 16.03            |
| „ 2.5             | 43.18                                               | 15.74            |
| „ 3.5             | 42.80                                               | 15.45            |
| „ 4.5             | 42.43                                               | 15.18.           |

Bei der Berechnung von Ephemeriden für längere Zeiträume wird man zuerst die Grössen  $\Delta\alpha_0$  und  $\Delta\delta_0$  nebst den daraus entstehenden Correctionen  $d\Delta\alpha_0$  und  $d\Delta\delta_0$  in grösseren Intervallen (8 oder 10 Tage) bestimmen und dann die durch Interpolation erhaltenen Tagesresultate wegen der kleinen Nutationsglieder nach 11a) (pag. 254) corrigiren. Die Reduction der vorstehenden Ephemeride auf die Momente der oberen Culmination eines beliebig zu wählenden Meridians wird keine Schwierigkeiten bieten und von Fall zu Fall durch Hilfstafeln erleichtert werden können, auf deren Einrichtung jedoch hier nicht eingegangen werden soll.

### A n h a n g.

Bei der Vorausberechnung der Ephemeriden der kleinen Planeten werden gewöhnlich mehr Angaben gemacht, welche über die Zeit der Opposition (heliocentrische und geocentrische Länge sind für diesen Moment einander gleich), über die Helligkeit und Lichtstärke des Himmelskörpers Aufschluss geben sollen und einen die Beobachtung vorbereitenden Zweck haben.

Die Zeit der Opposition wird aus der Bedingung erhalten, dass die heliocentrische Länge des Planeten gleich ist der heliocentrischen Länge der Erde. Ist  $u$  das Argument der Breite, so ist:

$$\operatorname{tg}(l - \Omega) = \operatorname{tg} u \cos i,$$

woraus die heliocentrische Länge  $l$  des Planeten leicht gefunden wird. Da dieses Oppositionsmoment nur auf etwa eine Stunde genau angegeben wird, so genügt es, in der Nähe der Opposition die heliocentrische Länge des Planeten mit derjenigen der Erde für Zeiträume von 20 zu 20 Tagen zu vergleichen (die Störungsrechnung wird meistens die nöthigen Grössen enthalten), und ein einfaches Interpolationsverfahren mit Rücksicht auf höhere Differenzen wird das Gewünschte sofort erreichen lassen.

Die Helligkeit wird sich leicht finden lassen, wenn man von der Phase absieht und annimmt, dass der Planet nur vermöge der Erleuchtung durch die Sonne sichtbar wird, also keine ihm eigenthümliche Lichtentwicklung hat. Ist  $J_0$  die Lichtstärke des Planeten zu einer gegebenen Zeit, in der die Entfernung von der Sonne  $r_0$  und die Entfernung von der Erde  $\varrho_0$  war, so wird die Lichtstärke  $J$  in dem Momente, da die Entfernung von der Sonne  $r$ , von der Erde  $\varrho$  ist, den gemachten Voraussetzungen nach bestimmt sein durch:

$$J = J_0 \frac{r_0^2 \varrho_0^2}{r^2 \varrho^2}.$$

Für die kleinen Planeten nimmt man als Einheit die Lichtstärke an, in welcher der Planet erscheinen würde, wenn er in der Entfernung  $a$  (halbe grosse Achse) von der Sonne und in der Entfernung  $a - 1$  von der Erde sich befände. Es ist dann:

$$\text{Lichtstärke} = J = \frac{a^2(a-1)^2}{r^2q^2},$$

$$\text{oder } \log J = 2 \log a(a-1) - 2 \log r q. \quad 1)$$

Um nun die scheinbare Helligkeit des Planeten zu finden, drückt man diese in derselben Scala (Grössenklassen) aus, in welche man die Fixsterne einreihet. Die Erfahrung lehrt, dass das Verhältniss der Lichtstärke zweier einander folgender Sternklassen, welches durch  $h$  ausgedrückt werden soll, ein nahezu constantes ist; so finden

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Steinheil: | $\log h = 0.45$ |
| Seidel     | 0.46            |
| Johnson    | 0.41            |
| Pogson     | 0.38            |
| Stampfer   | 0.40            |
| Rosén      | 0.39            |
| Zöllner    | 0.36            |

Th. W. (Viertelj. der Astr. G. XV pag. 206) 0.35.

Diese Werthe geben im Mittel:

$$\log h = 0.40,$$

welche Zahl für die folgenden Formeln trotz mehrfacher Mängel, die ihr anhaften, benützt werden soll; es würde sich vielleicht empfehlen, dieselbe zur präzisen Definition der relativen Helligkeit zweier auf einander folgender Grössenklassen zu benützen.

Ist  $m_0$  die Grösse des Planeten unter den Verhältnissen, die  $J$  der Einheit gleich machen ( $r = a$ ,  $q = a - 1$ ), welche Grösse man die mittlere Oppositionsgrösse des Planeten nennt, weiter  $M$  jene Grösse, die der Planet in der heliocentrischen Entfernung  $r$ , und der geocentrischen  $q$  zeigt, so wird sein:

$$J = h^{m_0 - M},$$

oder logarithmisch:

$$M = m_0 - \frac{\log J}{\log h},$$

wofür man mit Rücksicht auf den obigen Werth von  $h$  auch schreiben kann:

$$M = m_0 - 2.5 \log J.$$

Setzt man für  $J$  den Werth aus 1) ein, so findet sich:

$$M = m_0 + 5 \log r q - 5 \log (a^2 - a).$$

Ist  $M$  für ein vorgelegtes Datum durch die Beobachtung gegeben, so wird man den für einen bestimmten Planeten constanten Werth:

$$g = m_0 - 5 \log (a^2 - a), \quad 2)$$

aus den Beobachtungen bestimmen können und finden:

$$g = M - 5 \log r q. \quad 3)$$

Ist  $g$  gegeben, so findet sich die Grösse des Planeten aus:

$$M = g + 5 \log r \varrho. \quad 4)$$

Nimmt man in dieser Gleichung für  $r \varrho$  jene Werthe an, die in einem gegebenen Falle für die Oppositionszeit gelten, so erhält man die Oppositionsgrösse.

Das Berliner Jahrbuch für 1883 gibt bei der Zusammenstellung der Bahnelemente der kleinen Planeten die Grösse  $m_0$  und  $g$  für die Planeten ① — ②19.

Die Grösse des Planeten wird aber in Folge der Exstinction, welche das Licht in der Erdatmosphäre erleidet, eine Function der Zenithdistanz sein; Weiss gibt in den »Astron. Nachr.« (Bd. 88 pag. 183) auf Grundlage von Seidel's Angaben, unter der Annahme  $\log h = 0.4$ , die folgenden Correctionen, welche man an die beobachtete Grösse anbringen muss, um die mit  $M$  bezeichnete wahre zu finden:

| Zenithdist. Corr. | Zenithdist. Corr. | Zenithdist. Corr. |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| 30° — 0.01        | 65° — 0.32        | 80° — 0.96        |
| 35 — 0.02         | 70 — 0.45         | 81 — 1.06         |
| 40 — 0.03         | 75 — 0.65         | 82 — 1.20         |
| 45 — 0.05         | 76 — 0.70         | 83 — 1.36         |
| 50 — 0.09         | 77 — 0.75         | 84 — 1.53         |
| 55 — 0.14         | 78 — 0.81         | 85 — 1.71         |
| 60 — 0.22         | 79 — 0.88         | 86 — 1.89.        |

Es kann wohl bezweifelt werden, ob die vorstehenden Correctionen in allen Fällen in vollem Masse angebracht werden müssen, denn die Beobachtungen sind in der Regel Schätzungen, die auf keinen genauen photometrischen Messungen beruhen und durch die Helligkeit der benachbarten Fixsterne von bekannter Grösse in etwas beeinflusst sind, doch wird man im Allgemeinen bessere Resultate erhalten, wenn diese Correctionen berücksichtigt werden. Auf die Exstinction des Lichtes ist bei den oben citirten Angaben des Berliner Jahrbuches nicht Rücksicht genommen.

## Zweiter Theil.

### Bahnbestimmung.

---

#### Allgemeines und Aufstellung der Bedingungsgleichungen der Bahnebene.

In dem vorausgehenden Theile ist gezeigt worden, dass die Bahnen der Himmelskörper des Sonnensystems als Kegelschnittslinien betrachtet werden dürfen, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet. Um einen Kegelschnitt seinen Dimensionen nach völlig zu charakterisiren, genügt im Allgemeinen die Angabe zweier Grössen, nämlich der grossen Halbachse  $a$  und der Excentricität  $e$ ; ist die Bahn jedoch parabolisch (Kometenbahn), in welchem Falle  $a = \infty$  und  $e = 1$  wird, so muss zur Dimensionsbestimmung eine andere Angabe gemacht werden; man benützt hierzu die Entfernung des Himmelskörpers von der Sonne in seiner Sonnennähe, die Periheldistanz  $q$ . Um den Ort des Himmelskörpers in seiner Bahn für eine beliebige Zeit bestimmen zu können, muss ein solcher für eine bestimmte Zeit (Epoche) angegeben sein; zu diesem Zwecke wird für nahezu kreisförmige Bahnen (Planetenbahnen) gewöhnlich die mittlere Anomalie  $M$  zur Zeit der Epoche angesetzt; bei sehr excentrischen Bahnen aber wählt man dafür den Zeitpunkt der Sonnennähe, die Perihelzeit  $T$ . Um nun die Bahnlage im Raume zu fixiren, bedarf es noch der Angabe zweier Bestimmungsstücke, des aufsteigenden Knotens  $\Omega$  und der Neigung  $i$ ; über die Bedeutung und Zählweise dieser Elemente und des gleich zu erwähnenden sechsten Elementes ist schon früher (pag. 7 und 8) das Nöthige beigebracht worden. Die Lage des Kegelschnittes in seiner Bahnebene wird bestimmt sein, wenn der heliocentrische Bogenabstand  $\omega$  des Perihels vom aufsteigenden Knoten, in der Bewegungsrichtung des Himmelskörpers gezählt, angegeben ist. Die Summe der Bogenlängen des aufsteigenden Knotens und des Abstandes des Perihels vom Knoten wird die Länge des Perihels  $\pi$  genannt. Zu diesen sechs bisher angeführten Elementen wird als siebentes noch die Masse des Himmelskörpers treten; dieselbe ist übrigens von der Ordnung der bei ersten Bahnbestimmungen zu vernachlässigenden Störungen und soll, da überdies die Massen aller Himmelskörper des Sonnensystems, bei denen erste Bahnbestimmungen vorgenommen werden. so

klein sind, dass gegenwärtig noch keine angebbaren Werthe für dieselben aufgewiesen werden können, nicht weiter berücksichtigt werden. Ist also über die Bahn eines Himmelskörpers nichts Näheres bekannt, so sind im Allgemeinen sechs Elemente zu ermitteln; die zu einer bestimmten Zeit gehörenden heliocentrischen Coordinaten und deren Geschwindigkeiten werden Functionen dieser sechs Unbekannten sein. Bei der Bestimmung von Kometenbahnen, deren Excentricität man stets mit grosser Annäherung der Einheit gleich annehmen kann, werden nur fünf Unbekannte auftreten. Dieser Umstand erfordert eine veränderte Behandlung des Problems, von welcher man wegen der dadurch zu erlangenden höheren Genauigkeit, besonders bei ersten Bahnbestimmungen von Kometen, mit Vortheil Gebrauch machen wird. Die Beobachtungen selbst bieten kein Hilfsmittel, die heliocentrischen Coordinaten eines Himmelskörpers vollständig zu bestimmen, da durch dieselben der geocentrische Abstand  $\varrho$  nicht gegeben wird. Seien  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  die geocentrischen Coordinaten, so werden dieselben durch die polaren in folgender Weise dargestellt:

$$\begin{aligned}\xi &= \varrho \cos \lambda \cos \beta \\ \eta &= \varrho \sin \lambda \cos \beta \\ \zeta &= \varrho \sin \beta,\end{aligned}$$

$\lambda$  und  $\beta$  werden durch die Beobachtungen gegeben; auf Grund der Angabe der Beobachtungszeit können aus den bekannten Bahnelementen der Erde, oder, was einfacher ist, durch Benützung der astronomischen Ephemeriden die geocentrischen Coordinaten der Sonne  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  ermittelt werden; es sind demnach die heliocentrischen Coordinaten des Himmelskörpers:

$$\begin{aligned}x &= \xi - X \\ y &= \eta - Y \\ z &= \zeta - Z,\end{aligned}$$

welche drei Gleichungen aber die unbekannten  $\varrho$  enthalten. Da  $x$ ,  $y$  und  $z$  Functionen der sechs Bahnelemente sind, so ergibt eine Beobachtung zur Bestimmung dieser Elemente drei Gleichungen mit sieben Unbekannten, nämlich den sechs Elementen und der geocentrischen Distanz; eine zweite Beobachtung wird nur eine neue Unbekannte, nämlich die zugehörige geocentrische Distanz einführen, zugleich aber die Aufstellung dreier weiterer Gleichungen gestatten. Eine einfache Überlegung zeigt daher, dass drei vollständige Beobachtungen neun Gleichungen mit neun Unbekannten ergeben, also, abgesehen von gewissen Specialfällen, eine Lösung der Aufgabe eben ermöglichen; da aber diese Gleichungen durchaus nicht linearer Natur sind, so ist es immerhin denkbar, dass mehrfache Lösungen möglich seien, welcher Fall auch thatsächlich eintreten kann. Unter Umständen mag es wünschenswerth, ja selbst geboten sein, von unvollständigen Beobachtungen Gebrauch zu machen; eine solche soll in ihrer grössten Allgemeinheit genommen werden, so dass die Coordinaten  $\lambda$  und  $\beta$  als Functionen einer willkürlichen Variablen für jede einzelne Beobachtung dargestellt werden, daher man in einem Falle, in welchem alle Beobachtungen als unvollständig vorausgesetzt werden, sechs derartiger Be-

obachtungen bedarf, um eine Bahnbestimmung durchführen zu können; jede derselben wird nämlich drei Gleichungen ergeben, also in Summe achtzehn Gleichungen; in der That sind achtzehn Unbekannte in dem Problem vorhanden; nämlich die sechs Elemente, die sechs geocentrischen Distanzen und die sechs willkürlichen Variablen, die für jede einzelne Beobachtung  $\lambda$  und  $\beta$  bestimmen. Im Allgemeinen wird eine derartige Bestimmung der Elemente aus unvollständigen Beobachtungen nicht empfehlenswerth sein, in manchen Fällen jedoch die Mitnahme solcher nöthig werden. Man kann die bisherigen Betrachtungen demnach dahin zusammenfassen, dass man sagt, jede vollständige Beobachtung liefert zwei Gleichungen, jede unvollständige dagegen nur eine Gleichung zur Bestimmung der sechs Elemente. Es ist aber immerhin möglich, dass in gewissen Fällen die so erlangten Gleichungen nicht essentiell verschiedene Relationen ergeben, wie dies zur Bestimmung der Unbekannten erforderlich ist; auf diese Fälle wird später Rücksicht genommen werden, vorerst soll nur jener in Betracht gezogen werden, in welchem drei vollständige Beobachtungen vorliegen.

Um zunächst die Bedingungen festzustellen, welche erfüllt sein müssen, damit die drei Orte des Himmelskörpers im Raume in einer Ebene liegen, die durch den Sonnenmittelpunkt geht, mögen die zu den drei Orten gehörenden rechtwinkligen heliocentrischen Coordinaten beziehungsweise durch  $x, y, z, x_n, y_n, z_n, x_m, y_m, z_m$  bezeichnet werden; dann ergeben die Gleichungen der Ebene, die durch den Anfangspunkt der Coordinaten (Sonnenmittelpunkt) geht, die drei Relationen:

$$\left. \begin{aligned} Ax + By + Cz &= 0 \\ Ax_n + By_n + Cz_n &= 0 \\ Ax_m + By_m + Cz_m &= 0, \end{aligned} \right\} 1)$$

in welchen Gleichungen  $A, B, C$  Functionen der Elemente Knoten und Neigung sein werden. Man kann diese Grössen ohne Schwierigkeit eliminiren. Multiplicirt man die erste Gleichung mit  $z_n$ , die zweite mit  $z$ , und subtrahirt diese von jener, so wird erhalten:

$$A(x, z_n - x_n z) + B(y, z_n - y_n z) = 0.$$

Aus der Multiplication der ersten Gleichung mit  $z_m$ , der dritten mit  $z$ , und Subtraction der letzteren von der ersten ergibt sich:

$$A(x, z_m - x_m z) + B(y, z_m - y_m z) = 0.$$

Um nun  $B$  zu eliminiren, multiplicirt man die erste der eben erhaltenen Gleichungen mit  $(y, z_m - y_m z)$ , die zweite mit  $(y_n z - y, z_n)$  und addirt, dann erhält man:

$$\begin{aligned} A(x, y, z_m z_m - x_n y, z, z_m - x, y_m z, z_n + x_n y_m z, z + x, y_n z, z_m \\ - x, y, z_n z_m - x_m y_n z, z + x_m y, z, z_n) = 0. \end{aligned}$$

Das erste Glied hebt sich mit dem sechsten auf, die übrigen enthalten als gemeinschaftlichen Factor  $Az_n$ ; dieser wird im Allgemeinen von Null verschieden sein,

weshalb man denselben wegen der rechts vom Gleichheitszeichen stehenden Null weglassen kann und als Bedingungsgleichung der Bahnebene erhält:

$$-x_n y, z_m - x, y_m z_n + x_n y_m z, + x, y_n z_m + x_m y, z_n - x_m y_n z, = 0, \quad 2)$$

welche Gleichung in drei verschiedenen Formen geschrieben werden kann, je nachdem man  $(x, -x_n, +x_m)$  oder  $(-y, +y_n, -y_m)$  oder  $(z, -z_n, +z_m)$  als partielle gemeinschaftliche Factoren heraushebt. Es wird so:

$$\left. \begin{aligned} x, (y_n z_m - y_m z_n) - x_n (y, z_m - y_m z,) + x_m (y, z_n - y_n z,) &= 0 \\ y, (x_n z_m - x_m z_n) - y_n (x, z_m - x_m z,) + y_m (x, z_n - x_n z,) &= 0 \\ z, (x_n y_m - x_m y_n) - z_n (x, y_m - x_m y,) + z_m (x, y_n - x_n y,) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad 3)$$

Die innerhalb der Klammern stehenden Coëfficienten haben eine ganz bestimmte geometrische Bedeutung; betrachtet man die erste der Gleichungen, so wird man leicht finden, dass die Coëfficienten der Reihe nach die Coordinaten der Projectionen des zweiten und dritten, ersten und dritten, ersten und zweiten Ortes auf die  $yz$ -Ebene enthalten, die Ansicht der zweiten und dritten Gleichung lässt in den Coëfficienten derselben die Coordinaten der analogen Projectionen auf die  $xz$ -Ebene, beziehungsweise die  $xy$ -Ebene erkennen.

Zur näheren Betrachtung soll der specielle Fall  $(x, y_m - x_m y,)$  vorgenommen werden.  $P$ , und  $P_m$  (Fig. IV) seien die Projectionen des ersten und dritten Ortes auf die  $xy$ -Ebene,  $x,$   $y$ , und  $x_m,$   $y_m$  die zugehörigen Coordinaten. Das Dreieck zwischen  $P, O P_m$  kann in drei kleinere Dreiecke zerlegt werden und zwar ist:

$$\triangle(P, O P_m) = \triangle(P, F P_m) + \triangle(P, F O) + \triangle(P_m F O).$$

Da aber offenbar die Relationen:

$$\triangle(P, F P_m) = \frac{1}{2} (y_m - y,) (x, - x_m)$$

$$\triangle(P, F O) = \frac{1}{2} y, (x, - x_m)$$

$$\triangle(P_m F O) = \frac{1}{2} x_m (y_m - y,) ,$$

bestehen. durch deren Addition sich:

$$\triangle(P, O P_m) = \frac{1}{2} (x, y_m - x_m y,) ,$$

findet, so stellt der eben betrachtete Factor die doppelte Fläche des Dreieckes  $P, O P_m$  dar. Bezeichnet man die Neigung der Bahnebene gegen die  $xy$ -Ebene mit  $i_{xy}$ , gegen die  $xz$ -Ebene mit  $i_{xz}$  und gegen die  $yz$ -Ebene mit  $i_{yz}$  und führt für die doppelten Dreiecksflächen, welche zwischen den drei in Betracht kommenden Radienvectoren eingeschlossen sind, wie oben (13) pag. 98) die Symbole  $[r, r_n]$ ,  $[r, r_m]$  und  $[r_n, r_m]$  ein, so ist zunächst:

$$\triangle(P, O P_m) = \frac{1}{2} [r, r_m] \cos i_{xy}.$$

Transformirt man in ähnlicher Weise die in 3) in den Klammern eingeschlossenen Factoren, so erschliesst man leicht die folgenden Relationen:

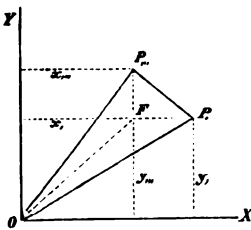


Fig. IV.



$$\begin{aligned}
 (y_n z_m - y_m z_n) &= [r_n r_m] \cos i_{yz} ; & (x_n z_m - x_m z_n) &= [r_n r_m] \cos i_{xz} ; \\
 (y, z_m - y_m z,) &= [r, r_m] \cos i_{yz} ; & (x, z_m - x_m z,) &= [r, r_m] \cos i_{xz} ; \\
 (y, z_n - y_n z,) &= [r, r_n] \cos i_{yz} ; & (x, z_n - x_n z,) &= [r, r_n] \cos i_{xz} ; \\
 (x_n y_m - x_m y_n) &= [r_n r_m] \cos i_{xy} \\
 (x, y_m - x_m y,) &= [r, r_m] \cos i_{xy} \\
 (x, y_n - x_n y,) &= [r, r_n] \cos i_{xy} .
 \end{aligned}$$

Wenn man nun diese Werthe in 3) substituirt, so findet sich:

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} x, + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} x_m &= x_n \\
 \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} y, + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} y_m &= y_n \\
 \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} z, + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} z_m &= z_n ,
 \end{aligned} \right\} 4)$$

welchen Bedingungen die heliocentrischen Coordinaten der drei in Betracht gezogenen Orte genügen müssen, um in einer Ebene zu liegen, die durch den Sonnenmittelpunkt geht. Diese drei Gleichungen sind ursprünglich aus der verschiedenen Schreibweise einer und derselben Gleichung 2) (pag. 270) entstanden, werden aber drei Bedingungen, die von den Coordinaten erfüllt sein müssen, darstellen, sobald man für die Verhältnisse der Dreiecksflächen anderweitige nicht von den Coordinaten selbst abhängige Werthe einführt. In der That lassen sich, wie dies oben (pag. 98 bis 101) gezeigt wurde, so lange der in Betracht gezogene heliocentrische Bogen nicht zu gross ist, die Verhältnisse der Dreiecksflächen durch rasch convergirende Reihen ersetzen, deren Anfangsglieder von den bekannten Zwischenzeiten und den Radienvectoren abhängen, welche selbst einfache Functionen der heliocentrischen Coordinaten sind, so dass deren genäherte Bestimmung ohne allzugrosse Schwierigkeit vorgenommen werden kann. Diese Substitution soll aber vorerst nicht durchgeführt und von der bezüglichen Bemerkung in der folgenden Untersuchung nur insoweit Gebrauch gemacht werden, dass man die Verhältnisse der Dreiecksflächen unter den gemachten Einschränkungen als genähert bekannt voraussetzen darf.

Ersetzt man nun in 4) die heliocentrischen Coordinaten des Himmelskörpers durch seine geocentrischen und durch die geocentrischen Sonnencoordinaten nach den Relationen (vergl. 1) pag. 20):

$$\left. \begin{aligned}
 x &= \xi - X \\
 y &= \eta - Y \\
 z &= \zeta - Z,
 \end{aligned} \right\} 5)$$

und führt die polaren Coordinaten ein, so stellt sich die Frage, welche Fundamentalebene man für dieselben wählen soll. Im Allgemeinen ist diese Bestimmung willkürlich, der Umstand aber, dass die Z-Coordinate in der Ekliptik stets sehr klein ist oder auch durch geeignete Methoden (vergl. 35) pag. 39 und 2) pag. 41) streng der Null gleich gemacht werden kann, lässt das System der Längen und Breiten als besonders zweckmässig für das vorgelegte Problem erscheinen; es wird daher, wenn mit  $\varrho$  die geocentrische Entfernung des Himmelskörpers, mit  $\lambda$  und  $\beta$

seine Länge und Breite, mit  $R$  die geocentrische Entfernung der Sonne und mit  $L$  deren Länge bezeichnet wird, während ihre Breite den eben gemachten Bemerkungen zufolge der Null gleich angenommen werden kann, für die rechtwinkligen Coordinaten zu setzen sein:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \varrho \cos(\lambda - \Pi) \cos \beta & , & & X &= R \cos(L - \Pi) \\ \eta &= \varrho \sin(\lambda - \Pi) \cos \beta & , & & Y &= R \sin(L - \Pi) \\ \zeta &= \varrho \sin \beta & , & & Z &= 0. \end{aligned} \right\} 6)$$

Hierbei sind überdies die Längen von einem Punkte aus zu zählen, dessen Länge durch  $\Pi$  dargestellt sei. Die angeführten Grössen werden für die drei in Betracht kommenden Orte durch Accente unterschieden. Führt man also die Relationen 5) und 6) in 4) (pag. 271) ein, so erhält man ohne Schwierigkeit die folgenden drei für die weiteren Untersuchungen höchst wichtigen Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \{ \varrho \cos(\lambda - \Pi) \cos \beta - R \cos(L - \Pi) \} + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \{ \varrho_m \cos(\lambda_m - \Pi) \cos \beta_m - R_m \cos(L_m - \Pi) \} &= \varrho_n \cos(\lambda_n - \Pi) \cos \beta_n - R_n \cos(L_n - \Pi) \\ \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \{ \varrho \sin(\lambda - \Pi) \cos \beta - R \sin(L - \Pi) \} + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \{ \varrho_m \sin(\lambda_m - \Pi) \cos \beta_m - R_m \sin(L_m - \Pi) \} &= \varrho_n \sin(\lambda_n - \Pi) \cos \beta_n - R_n \sin(L_n - \Pi) \\ \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \varrho \sin \beta + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \varrho_m \sin \beta_m &= \varrho_n \sin \beta_n. \end{aligned} \right\} 7)$$

Hätte man die  $Z$ -Coordinate in 6) nicht der Null gleich gesetzt, so würden die Sonnencoordinaten die Form:

$$\begin{aligned} X &= R \cos B \cos(L - \Pi) \\ Y &= R \cos B \sin(L - \Pi) \\ Z &= R \sin B, \end{aligned}$$

erhalten; dann hätte man statt der Gleichungen 7), wenn überdies  $\Pi = 0$  gesetzt wird, zu schreiben:

$$\left. \begin{aligned} \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \{ \varrho \cos \lambda \cos \beta - R \cos L \cos B \} + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \{ \varrho_m \cos \lambda_m \cos \beta_m - R_m \cos L_m \cos B_m \} &= \\ &= \varrho_n \cos \lambda_n \cos \beta_n - R_n \cos L_n \cos B_n \\ \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \{ \varrho \sin \lambda \cos \beta - R \sin L \cos B \} + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \{ \varrho_m \sin \lambda_m \cos \beta_m - R_m \sin L_m \cos B_m \} &= \\ &= \varrho_n \sin \lambda_n \cos \beta_n - R_n \sin L_n \cos B_n \\ \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \{ \varrho \sin \beta - R \sin B \} + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \{ \varrho_m \sin \beta_m - R_m \sin B_m \} &= \varrho_n \sin \beta_n - R_n \sin B_n. \end{aligned} \right\} 8)$$

Die Gleichungen 8) bieten bei ersten Bahnbestimmungen gegenüber den Gleichungen 7) einen unter Umständen nicht zu unterschätzenden Vortheil; ist nämlich die beobachtete Breite einer oder mehrerer der zu Grunde gelegten Beobachtungen sehr klein oder gar der Null gleich, so wird die Einführung des locus fictus (vergl. pag. 38) unthunlich und die Sonnenbreiten können nicht in voller Strenge der Null gleich gesetzt werden; die Gleichungen 8) aber werden in voller Strenge in Anwendung gezogen werden können, wenn man nur für  $L$ ,  $B$  und  $R$

die durch den Standpunkt des Beobachters parallaktisch veränderte geocentrische Sonnenlänge  $L_0$ , Breite  $B_0$  und Entfernung  $R_0$  einführt. Man kann daher in jenen Fällen, bei welchen sich die Einführung des locus fictus als unthunlich erweist, von den Gleichungen 8) Gebrauch machen. Da solche Fälle nur bei Planetenbahnbestimmungen häufiger eintreten, während dieselben kaum jemals bei Kometenbahnbestimmungen, in deren ersten Entwürfen man sogar in der Regel den Einfluss der Parallaxe ganz übergeht, in Betracht kommen, so sollen der Bestimmung parabolischer Elemente die Gleichungen 7) zu Grunde gelegt, während die Gleichungen 8) der Ermittlung der Bahnelemente ohne Rücksicht auf eine Annahme über die Excentricität als Ausgangspunkt dienen werden; man wird aber bestrebt sein müssen, den auf die letzteren Gleichungen aufgebauten Entwicklungen eine solche Form zu geben, dass in den Formeln der Einfluss der Sonnenbreite abgetrennt erscheint, so dass die Berechnung der betreffenden Glieder, wenn man die Sonnenbreite durch Einführung des locus fictus der Null gleich gemacht hat, einfach übergangen werden kann; es wird sich dadurch auch die Möglichkeit bieten, von diesen Formeln nur theilweise Gebrauch zu machen, indem man die Anwendung dieser Correctionsglieder nur auf jene Beobachtungen beschränkt, welche die Einführung des locus fictus nicht gestatten; dieses combinirte Verfahren wird sogar als jenes bezeichnet werden müssen, welches bei der thatsächlichen Anwendung die grössten Vortheile gewährt.

Es wird hier der geeignete Platz sein, die Formeln anzuführen, deren man sich zu bedienen hat, um die parallaktisch veränderten Sonnencoordinaten zu bestimmen; es sind dies die oben (vergl. 27) pag. 34) gegebenen Formeln, wenn man in denselben statt  $\theta$  und  $\varphi'$ , die bei der Berechnung des locus fictus (vergl. 32) pag. 37) ermittelte Länge und Breite des Zenithes einführt und die Rectascension und Declination durch die Länge und Breite ersetzt. Mit Rücksicht darauf, dass die parallaktisch veränderten Sonnenbreiten im Maximum etwa den Betrag von zehn Bogensekunden erreichen können, wird man deren Producte in die Parallaxe vernachlässigen können und die Formeln 27) (pag. 34) werden die Gestalt:

$$\left. \begin{aligned} L &= L_0 + \frac{h \pi \cos b}{R_0} \sin(L_0 - l) \\ B &= B_0 - \frac{h \pi \sin b}{R_0} \\ \log R &= \log R_0 - \frac{h \pi \cos b}{R_0} \cos(L_0 - l) \text{ Mod. arc } 1'' \\ \log \text{ Mod. arc } 1'' &= 4.3234 - 10, \end{aligned} \right\} 9)$$

annehmen;  $\pi$  ist hierbei die mittlere Sonnenparallaxe ( $8''848$ ) und  $h$  (vergl. pag. 32) der Abstand des Beobachtungsortes vom Erdmittelpunkt in Einheiten des Äquatorhalbmessers der Erde.

## I. Abschnitt. Bestimmung parabolischer Elemente.

### 1. Aufstellung einer Relation zwischen den geocentrischen Distanzen aus der Bedingung der Ebene.

Sobald man die Verhältnisse der Dreiecksflächen als bekannt voraussetzt, gestatten die drei Gleichungen 7) (pag. 272), einige Specialfälle ausgenommen, offenbar die Bestimmung der Unbekannten  $q$ ,  $q''$  und  $q'''$ ; hierzu sind im Allgemeinen drei vollständige Beobachtungen nöthig, welche die Ermittlung der sechs unbekannten Bahnelemente ermöglichen. In dem besonderen Falle der hier vorgelegten Aufgabe wird aber, da nur fünf Elemente zu bestimmen sind, eine Bedingungsgleichung überschüssig, weshalb man, um in Folge der unvermeidlichen Fehler, welche aus den Beobachtungen und wohl auch aus der Theorie resultiren, nicht in Widersprüche zu gerathen, nur fünf Bestimmungsstücke in das Problem einführen darf. Zur Erzielung möglichst allgemeiner Resultate wird man eine Beobachtung als unvollständig einführen und zwar eignet sich hierfür zum Zwecke möglichst sicherer Ermittlung der Elemente am besten die mittlere Beobachtung. Es würde wohl auch die Wahl einer der äusseren Beobachtungen keinen besonderen Nachtheil für die folgenden Methoden haben, weil aber eine solche in der Anwendung nur äusserst selten getroffen wird, so soll hier keine besondere Rücksicht darauf genommen werden. Wenn man sich mit einer geringeren Convergenz als der durch entsprechende Transformationen zu erreichenden begnügt, so kann die unvollständige Beobachtung als mit dem Index der zweiten Beobachtung versehen gedacht und die Rechnung nach den hier zur Entwicklung gelangenden Formeln durchgeführt werden, wobei man nur wegen des Auftretens negativer Zwischenzeiten die consequente Berücksichtigung der Vorzeichen zu beachten hat.

Betrachtet man die mittlere Beobachtung als unvollständig, so wird es vor allem wünschenswerth sein, Methoden zu entwickeln, die in der grössten Allgemeinheit dieser Forderung genügen. Eine vollständige Beobachtung gibt die Richtungslinie an, in welcher sich der Himmelskörper zur Beobachtungszeit befindet; die Linie im Raume ist durch zwei unabhängige Bedingungen festgestellt, eine Ebene aber nur durch eine Gleichung; es soll daher die mittlere Beobachtung dadurch zu einer unvollständigen gemacht werden, dass man die Bestimmung trifft, der Komet stehe zur Beobachtungszeit bloss in einer bestimmten Ebene, welche durch die Beobachtungsrichtung gelegt ist. Diese Bedingung kann, da sich die Richtungslinie auf der Himmelskugel als Punkt, die gewählte Ebene als grösster Kreis projecirt, auch geometrisch dahin definirt werden, dass der Komet zur Zeit der mittleren Beobachtung in einem bestimmten durch diese gelegten grössten Kreise steht. Der aufsteigende Knoten dieses grössten Kreises in der Ekliptik sei  $\Pi$  und die Neigung  $J$ ; die Bedingung, dass der grösste Kreis durch die mittlere Beobachtung geht, ist demnach in der Relation:

$$\operatorname{tg} J = \frac{\operatorname{tg} \beta''}{\sin(\lambda'' - \Pi)}, \quad 1)$$

enthalten. In dieser Relation ist eine Bedingung völlig willkürlich,  $\Pi$  kann ohne Beschränkung gewählt werden, wenn nur dann  $J$  der Gleichung 1) entsprechend bestimmt wird. Vor Beginn der Berechnung einer Kometenbahn wird man bezüglich der Annahmen, welche man über  $\Pi$  machen will, schlüssig werden müssen und es sollen weiter unten die Kriterien angegeben werden, welche bei dieser Entscheidung massgebend sind.

Bezeichnet man mit  $u$  den Abstand eines in dem gewählten grössten Kreise liegenden Punktes vom aufsteigenden Knoten dieses Kreises in der Ekliptik, so wird das in Betracht kommende rechtwinklige sphärische Dreieck die Relationen:

$$\left. \begin{aligned} \cos u &= \cos (\lambda_n - \Pi) \cos \beta_n \\ \sin u \cos J &= \sin (\lambda_n - \Pi) \cos \beta_n \\ \sin u \sin J &= \sin \beta_n \end{aligned} \right\} 2)$$

ergeben, wobei den gemachten Voraussetzungen nach  $u$  als völlig willkürlicher Bogen in das Problem einzuführen ist. Die Substitution dieser Relationen in 7) (pag. 272) ergibt sofort:

$$\left. \begin{aligned} \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \{ \varrho \cos (\lambda_n - \Pi) \cos \beta_n - R \cos (L_n - \Pi) \} + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \{ \varrho_m \cos (\lambda_m - \Pi) \cos \beta_m - \\ - R_m \cos (L_m - \Pi) \} &= \varrho_n \cos u - R_n \cos (L_n - \Pi) \\ \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \{ \varrho \sin (\lambda_n - \Pi) \cos \beta_n - R \sin (L_n - \Pi) \} + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \{ \varrho_m \sin (\lambda_m - \Pi) \cos \beta_m - \\ - R_m \sin (L_m - \Pi) \} &= \varrho_n \sin u \cos J - R_n \sin (L_n - \Pi) \\ \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \varrho \sin \beta_n + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \varrho_m \sin \beta_m &= \varrho_n \sin u \sin J. \end{aligned} \right\} 3)$$

In diesen drei Gleichungen treten, wenn man die Verhältnisse der Dreiecksflächen als bekannt voraussetzt, vier Unbekannte  $\varrho_n$ ,  $\varrho_m$ ,  $\varrho_m$  und  $u$  auf; es ergibt sich also, da nur zwei Unbekannte eliminirt werden können, nur eine Relation zwischen zwei Unbekannten, für welche hier  $\varrho_n$  und  $\varrho_m$  gewählt werden sollen. Die Aufgabe, aus den Gleichungen 3)  $\varrho_n$  und den Bogen  $u$  zu eliminiren, kann leicht aus den beiden letzten Gleichungen allein bewerkstelligt werden, wenn man die zweite Gleichung mit  $\sin J$ , die dritte mit  $-\cos J$  multiplicirt und die Resultate addirt; setzt man hierbei abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} \odot_n &= R_n \sin (L_n - \Pi) \\ \odot_m &= R_m \sin (L_m - \Pi) \\ \odot_m &= R_m \sin (L_m - \Pi) \\ \oslash_n &= \sin \beta_n \cos J - \sin (\lambda_n - \Pi) \cos \beta_n \sin J \\ \oslash_m &= \sin (\lambda_m - \Pi) \cos \beta_m \sin J - \sin \beta_m \cos J, \end{aligned} \right\} 4)$$

so wird man erhalten:

$$-\varrho_n \oslash_n \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} + \varrho_m \oslash_m \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} = \sin J \left\{ \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \odot_n - \odot_m + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \odot_m \right\} 5$$

oder auch:

$$\varrho_m = \frac{\sin J}{\oslash_m} \left\{ \frac{[r_n r_m]}{[r, r_n]} \odot_n - \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} \odot_m + \odot_m \right\} + \frac{[r_n r_m]}{[r, r_n]} \frac{\oslash_n}{\oslash_m} \varrho_n 6)$$

welche Relation als eine Fundamentalgleichung für die weiteren Untersuchungen bezeichnet werden darf.

Die geometrische Bedeutung der Symbole  $\mathcal{J}$ , und  $\mathcal{J}_m$  lässt sich sehr leicht nachweisen; dieselben sind die Sinus der sphärischen Perpendikel beziehungsweise vom ersten und dritten Kometenorte auf den durch die mittlere Beobachtung gelegten grössten Kreis. Bezeichnet man nämlich den sphärischen Abstand des ersten und dritten Ortes von  $\Pi$ , dem aufsteigenden Knoten des durch die mittlere Beobachtung gelegten grössten Kreises, mit  $u$ , und  $u_m$  und beziehungsweise mit  $i$ , und  $i_m$ , die Neigungen der durch  $\Pi$  und diese beiden Orte gelegten grössten Kreise gegen die Fundamentalebene, so folgt, wenn man für die sphärischen Perpendikel die Buchstaben  $P$ , und  $P_m$  schreibt:

$$\sin P, = \sin u, \sin (i, - J)$$

$$\sin P_m = \sin u_m \sin (J - i_m),$$

oder:

$$\left. \begin{aligned} \sin P, &= \sin u, \sin i, \cos J - \sin u, \cos i, \sin J \\ \sin P_m &= \sin u_m \cos i_m \sin J - \sin u_m \sin i_m \cos J; \end{aligned} \right\} 7)$$

nun ist aber offenbar:

$$\sin u, \cos i, = \sin (\lambda, - \Pi) \cos \beta,, \quad \sin u_m \cos i_m = \sin (\lambda_m - \Pi) \cos \beta_m,$$

$$\sin u, \sin i, = \sin \beta,, \quad \sin u_m \sin i_m = \sin \beta_m,$$

welche Werthe in die Gleichungen 7) (pag. 272) substituirt, mit Rücksicht auf 4) (pag. 275) sofort:

$$\sin P, = \mathcal{J}, \text{ und } \sin P_m = \mathcal{J}_m,$$

ergeben, womit die obige Behauptung als erwiesen betrachtet werden kann.

Der Gleichung 6) (pag. 275) kann man ohne Verletzung der geometrischen Strenge eine andere Gestalt ertheilen, welche für die folgenden Untersuchungen sich als zweckmässig erweist. Es ist allgemein:

$$\sin (A - B) \sin (C - \Pi) - \sin (A - C) \sin (B - \Pi) + \sin (B - C) \sin (A - \Pi) = 0. \quad 8)$$

Führt man nun:

$$A = L_m, \quad B = L,, \quad C = L,$$

in die Gleichung 8) ein, nachdem diese mit  $R, R,, R_m$  multiplicirt wurde, so nimmt dieselbe mit Rücksicht auf die Relationen 4) (pag. 275) die Gestalt:

$$R,, R_m \sin (L_m - L,) \odot, - R, R_m \sin (L_m - L,) \odot_m + R, R,, \sin (L,, - L,) \odot_m = 0,$$

an. Da man die Sonnenbreiten der Null gleichsetzen darf [vergl. 35) pag. 39 und 2) pag. 41], so stellen die Factoren der  $\odot$ -Symbole die doppelten Dreiecksflächen zwischen den entsprechenden Radienvectoren der Sonne dar; bezeichnet man dieselben ähnlich wie früher (pag. 98) symbolisch und setzt daher:

$$\left. \begin{aligned} [R,, R_m] &= R,, R_m \sin (L_m - L,) \\ [R, R_m] &= R, R_m \sin (L_m - L,) \\ [R, R,,] &= R, R,, \sin (L,, - L,) \end{aligned} \right\} 9)$$

so wird sein: 
$$\frac{[R_n, R_m]}{[R, R_n]} \odot, - \frac{[R, R_m]}{[R, R_n]} \odot_n + \odot_m = 0.$$

Subtrahirt man diesen Nullwerth von dem in 6) (pag. 275) auftretenden Klammerausdruck, welche Operation den Werth des letzteren offenbar nicht ändert, und setzt abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} m &= \frac{\sin J}{\mathcal{G}_m} \left\{ \left( \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_n]} - \frac{[R_n, R_m]}{[R, R_n]} \right) \odot, - \left( \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} - \frac{[R, R_m]}{[R, R_n]} \right) \odot_n \right\} \\ M &= \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_n]} \frac{\mathcal{G}_r}{\mathcal{G}_m}, \end{aligned} \right\} \quad 10)$$

so kann man der Fundamentalgleichung 6) (pag. 275) die Form:

$$\varrho_m = m + M\varrho, \quad 11)$$

ertheilen, und stellt damit eine einfache Relation zwischen  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  auf. Die genaue Berechnung dieser letzteren stösst aber auf die Schwierigkeit, dass in den Ausdrücken 10) die Verhältnisse der Dreiecksflächen  $[r_n, r_m] : [r, r_n]$  und  $[r, r_m] : [r, r_n]$  auftreten, welche Grössen vor Ermittlung der Elemente nur näherungsweise mit Hilfe der früher entwickelten Reihen (vergl. pag. 99 ff.) ersetzt werden können. Es stellt sich daher die Frage, mit welcher Genauigkeit diese Substitution ausgeführt werden müsse, um eine genügende Convergenz zu erhalten; die betreffende Untersuchung wird Gegenstand des folgenden Kapitels sein, hier soll nur die Beschränkung hervorgehoben werden, welche die Benützung der angeführten Reihen sofort der ersten Bahnbestimmung auferlegt, dass nämlich der heliocentrische Bogen zwischen den in Betracht gezogenen Beobachtungen ein mässiger sei, weil die erwähnten Reihen nur in diesem Falle ausreichende Annäherungen bieten.

## 2. Einführung der Näherungsausdrücke für die Verhältnisse der Dreiecksflächen.

Die Gleichung 11) (pag. 277) des vorangehenden Kapitels gibt eine Relation zwischen  $\varrho$ , und  $\varrho_m$ , wenn  $m$  und  $M$  bekannt sind; um nun  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  selbst bestimmen zu können, bedarf man einer zweiten derartigen Relation, welche durch die Euler'sche Gleichung 5) (pag. 77), wenn auch in verwickelter Form, erhalten wird. In dieser tritt nämlich eine Relation auf, welche in der Parabel zwischen der Summe der Radienvectoren  $(r + r_m)$ , der Sehne  $s$  und der Zwischenzeit  $(t_m - t_r)$  besteht; letztere Grösse ist durch die Beobachtungszeiten gegeben, die ersteren aber sind Functionen von  $\varrho$ , und  $\varrho_m$ , denn es ist offenbar nach den Gleichungen 5) und 6) (pag. 271, 272):

$$\left. \begin{aligned} x_r &= \varrho \cos(\lambda_r - \Pi) \cos \beta_r - R \cos(L_r - \Pi) \\ y_r &= \varrho \sin(\lambda_r - \Pi) \cos \beta_r - R \sin(L_r - \Pi) \\ z_r &= \varrho \sin \beta_r \\ x_m &= \varrho_m \cos(\lambda_m - \Pi) \cos \beta_m - R_m \cos(L_m - \Pi) \\ y_m &= \varrho_m \sin(\lambda_m - \Pi) \cos \beta_m - R_m \sin(L_m - \Pi) \\ z_m &= \varrho_m \sin \beta_m, \end{aligned} \right\} \quad 1)$$

wodurch die heliocentrischen Coordinaten als Functionen von  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  dargestellt erscheinen; aus diesen folgt sofort:

$$\left. \begin{aligned} r^2 &= x^2 + y^2 + z^2 \\ r_m^2 &= x_m^2 + y_m^2 + z_m^2 \\ s^2 &= (x_m - x)^2 + (y_m - y)^2 + (z_m - z)^2, \end{aligned} \right\} 2)$$

welche Grössen zu Folge der Euler'schen Gleichung der Bedingung:

$$6k(t_m - t_i) = (r + r_m + s)^{\frac{3}{2}} - (r + r_m - s)^{\frac{3}{2}}, \quad 3)$$

zu genügen haben, für deren letztes Glied das negative Zeichen gewählt wurde, da das positive nur bei heliocentrischen Bewegungen, die grösser als  $180^\circ$  sind, Geltung hat, daher bei ersten Bahnbestimmungen ausgeschlossen bleibt.

Die eben angeführten Gleichungen enthalten in Verbindung mit der Gleichung 11) (pag. 277) die Lösung des Problems und zwar ist  $\varrho$ , so zu bestimmen, dass sein und der aus 11) (pag. 277) resultirende Werth von  $\varrho_m$ , in die obigen Gleichungen 1), 2) und 3) eingesetzt, dem aus den Beobachtungszeiten erhältlichen Werthe  $(t_m - t_i)$  genügen. Ohne dass erst jene Transformationen vorgenommen werden, welche diese Lösung wesentlich erleichtern, dienen die angeführten Gleichungen sofort zur Beantwortung der am Schlusse des vorhergehenden Kapitels angeregten Frage nach der Genauigkeit, mit welcher man die Verhältnisse der Dreiecksflächen  $[r, r_m] : [r, r_n]$  und  $[r, r_m] : [r, r_n]$  in den Ausdrücken für  $m$  und  $M$  substituiren muss, um ausreichende Näherungen zu erhalten.

Jede Änderung von  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  wird eine Änderung in dem Werthe  $6k(t_m - t_i)$ , welcher der Kürze halber mit  $T$  bezeichnet werden soll, bedingen; sind diese Änderungen so klein, dass differentielle Verhältnisse genügen, so werden die bezüglichen Variationen des Werthes von  $T$  ausgedrückt sein durch:

$$\left(\frac{dT}{d\varrho}\right) d\varrho, \text{ und } \left(\frac{dT}{d\varrho_m}\right) d\varrho_m.$$

In jedem speciellen Falle werden diese Differentialquotienten ganz bestimmte Werthe annehmen. Stellt man sich vor, dass für gewisse Näherungswerthe von  $m$  und  $M$  dem obigen Gleichungssystem ein bestimmter Werth von  $\varrho$ , genügt, so wird die Einführung der strengen Werthe von  $m$  und  $M$  sofort eine neue Auflösung fordern. Da beide Lösungen aber der Bedingung derselben Zwischenzeit unterworfen sind, so werden offenbar die für die neue Lösung erforderlichen Änderungen von  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  bestimmt sein durch:

$$\left(\frac{dT}{d\varrho}\right) d\varrho + \left(\frac{dT}{d\varrho_m}\right) d\varrho_m = 0, \quad 4)$$

wobei wieder die Voraussetzung gemacht ist, dass man mit den differentiellen Verhältnissen eine ausreichende Genauigkeit erhält. Die Differentiation der Gleichung 11) (pag. 277) gibt:

$$d\varrho_m = dm + \varrho, dM + M d\varrho;$$



substituirt man diesen Werth von  $dq_m$  in 4) und löst nach  $dq$ , auf, so erhält man ohne Schwierigkeit:

$$dq = - \frac{\left(\frac{dT}{dq_m}\right)(dm + q, dM)}{\left(\frac{dT}{dq}\right) + M\left(\frac{dT}{dq_m}\right)}. \quad 5)$$

Die in diesem Ausdrucke auftretenden Differentialquotienten nehmen, wie erwähnt, in einem speciellen Falle ganz bestimmte Werthe an, welche im Allgemeinen nullter Ordnung sein werden, daher diese Gleichung ein sicheres Urtheil darüber gestattet, welche Fehler in  $q$ , durch fehlerhafte Annahmen in  $m$  und  $M$  bedingt werden; soll eine genügende Convergenz erreicht werden, so darf der in  $q$ , entstehende Fehler nicht grösser als erster Ordnung in Bezug auf die Zwischenzeiten werden.

Denkt man sich die Endpunkte der Sehne  $s$ , welche dem ersten und dritten Kometenorte entsprechen, mit den zugehörigen Erdorten durch Linien verbunden, die durch  $q$ , und  $q_m$  dargestellt sind, so wird offenbar, wenn man für einen Augenblick die Zwischenzeit unendlich klein annimmt, jede Veränderung in der Sehne, die durch eine Variation von  $q$ , bewirkt wird, ebenso durch eine Änderung von  $q_m$  erzielt werden können, nur muss die Richtung der letzteren Variation jener der ersteren entgegengesetzt sein. Es wird demnach für unendlich kleine Zwischenzeiten:

$$\frac{ds}{dq} = - \frac{ds}{dq_m}, \quad 6)$$

sein; da nun unter denselben Annahmen die in Gleichung 12) (pag. 79) eingeführte Grösse  $\mu$  der Einheit gleich zu setzen, also:

$$s = \frac{2k(t_m - t_r)}{\sqrt{r_r + r_m}} = \frac{T}{3\sqrt{r_r + r_m}},$$

ist und der Differentialquotient von  $s$  nach  $T$  in einem vorgelegten Falle der letzten Gleichung gemäss als constant betrachtet werden kann, so wird für unendlich kleine Zwischenzeiten:

$$\frac{dT}{dq} = - \frac{dT}{dq_m}. \quad 7)$$

Für endliche Zwischenzeiten  $\tau$  wird sich daher offenbar zwischen diesen beiden Differentialquotienten die Form:

$$\frac{dT}{dq} = - \frac{dT}{dq_m} \{1 + \alpha\tau + \beta\tau^2 + \dots\}, \quad 8)$$

herstellen lassen, in welcher  $\alpha$ ,  $\beta$ , ... in einem speciellen Falle ganz bestimmte numerische Werthe annehmen, die im Allgemeinen nullter Ordnung sein werden.

Geht man auf den Ausdruck von  $M$  (vergl. Gleichung 10) pag. 277) über, nämlich:

$$M = \frac{[r_r, r_m]}{[r, r_m]} \frac{\mathcal{G}_r}{\mathcal{G}_m},$$

so darf, da für unendlich kleine Zwischenzeiten die scheinbare Bewegung des Kometen linear ist:

$$\frac{\mathcal{G}_r}{\mathcal{G}_m} = \frac{r_m}{r},$$

gesetzt werden; nach der dritten Gleichung in 22) (pag. 100) ist aber für unendlich kleine Zwischenzeiten:

$$\frac{[r'', r_m]}{[r, r'']} = \frac{\tau_r}{\tau_m},$$

es ist somit das Anfangsglied der Entwicklung von  $M$  die Einheit. Für endliche Zwischenzeiten wird daher  $M$  die Form:

$$M = 1 + a\tau + b\tau^2 + \dots, \quad 9)$$

annehmen, wobei wieder  $a, b, \dots$  in einem speciellen Falle bestimmte numerische Werthe nullter Ordnung haben werden. Man kann hieraus auch schliessen, dass für unendlich kleine Zwischenzeiten  $m$  der Null gleich wird, da in diesem Falle  $q_r = q_m$  zu setzen ist, dass also  $m$ , wie sich dies auch später erweisen wird, eine Grösse von der Ordnung der Zwischenzeiten sein müsse. Mit Rücksicht auf 8) und 9) wird sich sonach für den Factor von  $(dm + q_r dM)$  in 5) die Gestalt:

$$-\frac{\left(\frac{dT}{dq_m}\right)}{\left(\frac{dT}{dq_r}\right) + M\left(\frac{dT}{dq_m}\right)} = \frac{1}{(a - \alpha)\tau + (b - \beta)\tau^2 + \dots}, \quad 10)$$

ergeben. Der Factor, mit welchem  $dm$  und  $dM$  in 5) (pag. 279) multiplicirt erscheinen, enthält als Anfangsglied im Nenner die Zwischenzeit, weshalb man in der Bestimmung von  $m$  und  $M$  nur Fehler zweiter Ordnung begehen darf, um  $q_r$  bis auf die erforderliche Genauigkeitsgrenze, nämlich Grössen erster Ordnung, zu erhalten.

Da  $\mathcal{S}_r, \mathcal{S}_m$ , das Verhältnis der Sinus der sphärischen Perpendikel, nothwendig nullter Ordnung ist, so genügt es, in der dritten Gleichung in 22) (pag. 100) das erste Glied  $\tau_r : \tau_m$  für das Verhältnis der Dreiecksflächen einzusetzen, denn das nächste Glied ist schon zweiter Ordnung und verschwindet überdies bei gleichen Zwischenzeiten. Minder günstig gestalten sich die Umstände für  $m$ . Der Ausdruck für dasselbe enthält im Nenner das Symbol  $\mathcal{S}_m$ , eine Grösse, die nothwendig von der Ordnung der Zwischenzeiten sein muss; da im Allgemeinen die Symbole  $\odot_r, \odot_m, \odot_m$  und  $\sin J$  als Grössen nullter Ordnung angesehen werden müssen, so hat man für die in  $m$  auftretenden Verhältnisse der Dreiecksflächen mindestens die Glieder zweiter Ordnung mitzunehmen, wenn  $q_r$  bis auf Grössen erster Ordnung richtig erhalten werden soll. Bei diesen Betrachtungen ist die Grösse  $\mathcal{S}_m$  als Grösse erster Ordnung aufgefasst worden, wie dies auch in der That richtig ist; der Umstand aber, dass viele Kometen in Folge bedeutender Annäherung an die Erde eine sehr grosse geocentrische Bewegung zeigen, bedingt, dass dem Sinus des Perpendikels  $\mathcal{S}_m$  verhältnismässig beträchtliche Werthe zukommen können; es werden demnach in vielen Fällen jene Methoden, die in  $m$  nicht die theoretisch genügende Annäherung einführen, das Ziel, wenn auch mit geringer Convergenz, erreichen lassen. Man hat in diesen Fällen meist  $m = 0$  gesetzt, welche Annahme, wie dies die unten folgende Formel 11b) zeigt, in jenen Fällen, in welchen die Entfernung  $r$  des Kometen von der Sonne nahe gleich ist jener der Erde von der Sonne  $R$ , thatsächlich nicht allzu fehlerhaft sein wird. Da man aber nicht mit Sicherheit auf

solche besondere Umstände bauen kann, so werden stets die theoretisch bestimmten Genauigkeitsgrenzen festzuhalten sein.

Nachdem nunmehr die für die Substitution der Dreiecksflächen nöthigen Annäherungen festgestellt sind, sollen dieselben in den Ausdrücken für  $m$  und  $M$  (Gleichung 10) pag. 277) innerhalb der als nothwendig erkannten Genauigkeitsgrenzen eingeführt werden. Man hat hierbei nach der dritten und fünften Gleichung 22) (pag. 100) in dem Ausdrücke für  $m$  zu setzen:

$$\frac{[r_n, r_m]}{[r, r_n]} = \frac{r_n}{r_m} \left\{ 1 - \frac{1}{3} \frac{r_n^2 - r_m^2}{(r_n + r_m)^3} \right\}$$

$$\frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} = \frac{r_n}{r_m} \left\{ 1 - \frac{1}{3} \frac{r_n^2 - r_m^2}{(r_n + r_m)^3} \right\},$$

während es genügt, in jenem für  $M$ :

$$\frac{[r_n, r_m]}{[r, r_n]} = \frac{r_n}{r_m}$$

anzunehmen, so dass sofort geschrieben werden kann:

$$M = \frac{r_n}{r_m} \frac{\mathcal{G}_n}{\mathcal{G}_m}. \quad (11a)$$

Weiter sollen, um möglichst bequeme Ausdrücke zu erlangen, für die zu den Erdorten gehörenden, in  $m$  auftretenden Verhältnisse der Dreiecksflächen ebenfalls die aus der dritten und fünften Gleichung 22) (pag. 100) resultirenden Näherungen benutzt werden. Weil diese Reihen, wie die Entwicklung zeigt, ganz allgemein gelten, so hat man demnach mit Rücksicht auf die Identität der Zwischenzeiten:

$$\frac{[R_n, R_m]}{[R, R_n]} = \frac{r_n}{r_m} \left\{ 1 - \frac{1}{3} \frac{r_n^2 - r_m^2}{(R_n + R_m)^3} \right\}$$

$$\frac{[R, R_m]}{[R, R_n]} = \frac{r_n}{r_m} \left\{ 1 - \frac{1}{3} \frac{r_n^2 - r_m^2}{(R_n + R_m)^3} \right\},$$

anzunehmen und erhält so für  $m$  leicht den Näherungsausdruck:

$$m = \frac{1}{3} \frac{\sin J}{\mathcal{G}_m} \left\{ \frac{1}{(r_n + r_m)^3} - \frac{1}{(R_n + R_m)^3} \right\} \left\{ \frac{r_n}{r_m} (r_n^2 - r_m^2) \odot_n - \frac{r_n}{r_m} (r_n^2 - r_m^2) \odot_r \right\},$$

welcher innerhalb der gesteckten Genauigkeitsgrenzen einer wesentlichen Reduction fähig ist. Für die Symbole  $\odot$  wird man nämlich jedenfalls eine nach Potenzen der Zeit fortschreitende Entwicklung anwenden dürfen, so dass allgemein etwa:

$$\odot_r = \odot_n - \alpha r_m + \beta r_m^2 - \dots$$

$$\odot_m = \odot_n + \alpha r_n + \beta r_n^2 + \dots,$$

geschrieben werden darf. Führt man diese Relationen in den eben für  $m$  gewonnenen Ausdruck ein, so erhält man, da:

$$r_n(r_n^2 - r_m^2) - r_n(r_n^2 - r_m^2) = 3r_n r_n r_m,$$

ist,

$$m = \frac{4 \sin J}{\mathcal{G}_m} \left\{ \frac{1}{(r_n + r_m)^3} - \frac{1}{(R_n + R_m)^3} \right\} \{ r_n r_n \odot_n + \frac{1}{3} \alpha r_n r_n (r_n - r_m) \}.$$

Das zweite Glied im letzten Factor ist dritter Ordnung, kann daher vernachlässigt

werden und die eben aufgestellte Gleichung wird in genügender Annäherung die Form :

$$m = 4\tau, \tau_{\parallel} \sin J \odot_{\parallel} \left\{ \frac{1}{(r, + r_{\parallel})^3} - \frac{1}{(R, + R_{\parallel})^3} \right\}, \quad 11b)$$

erhalten, aus welcher erhellt, dass in der That, wie dies schon oben (pag. 280) erwähnt wurde,  $m$  wegen des Factors  $\tau, \tau_{\parallel} : \odot_{\parallel}$  eine Grösse von der Ordnung der Zwischenzeit ist. Das in  $m$  vernachlässigte Glied dritter Ordnung ist nicht vollständig, weil schon bei den obigen Substitutionen für die Verhältnisse der Dreiecksflächen die Glieder dritter Ordnung übergangen wurden; dieselben würden jedoch ebenfalls den Factor  $\tau, - \tau_{\parallel}$  enthalten und bei Gleichheit der Zwischenzeiten verschwinden; der letzteren Bedingung wird man sich auch aus dem Grunde möglichst zu nähern trachten, um das Verhältniss der Sinus der Perpendikel möglichst sicher bestimmen zu können. Es wird daher stets empfehlenswerth sein, bei der Auswahl der Beobachtungen dieser Bedingung der Gleichheit der Zwischenzeiten nach Thunlichkeit zu genügen, um eine möglichst rasche Convergenz zu erhalten; diese wird übrigens den gemachten Auseinandersetzungen zufolge, obwohl in vermindertem Masse, auch dann bestehen, wenn die Zwischenzeiten nicht jener Bedingung nahe kommen, doch wird man sich stets gegenwärtig halten müssen, dass nur dann brauchbare Annäherungen erhalten werden, wenn die Producte aus den Quadraten der Zwischenzeiten in die negativen dritten Potenzen der Radienvectoren mässige Werthe ergeben, weshalb man sich bei Kometen, die zur Zeit der Beobachtung der Sonne sehr nahe stehen, auf sehr kleine Zwischenzeiten zu beschränken haben wird.

### 3. Wahl des grössten Kreises.

Bisher ist über den Winkel  $\Pi$ , welcher in der Relation :

$$\operatorname{tg} J = \frac{\operatorname{tg} \beta_{\parallel}}{\sin(\lambda_{\parallel} - \Pi)}, \quad 1)$$

(siehe 1) pag. 274) auftritt, keine nähere Bestimmung getroffen worden; derselbe ist völlig willkürlich, man wird aber durch entsprechende Wahl desselben die Relation zwischen  $\varphi$ , und  $\varphi_{\parallel}$  (vergl. 11) pag. 277) wesentlich vereinfachen können. Die Ausdrücke für  $M$  und  $m$  (vergl. 11a) (pag. 281) und 11b) pag. 282) lehren, dass die erstere Grösse in einem gegebenen Falle constant ist, wogegen man zur Ermittlung der letzteren der Kenntniss des Werthes  $(r, + r_{\parallel})$  bedarf, der erst im Verlaufe der Rechnung bei der Auflösung der Gleichungen auftritt; es wird sonach  $m$  eine Function von  $\varphi$ , sein und bei der Durchführung der Versuche als Variable auftreten. Man kann sich von diesem Nachtheile durch eine entsprechende Wahl von  $\Pi$  befreien. Das Symbol (vergl. 4) pag. 275) :

$$\odot_{\parallel} = R_{\parallel} \sin(L_{\parallel} - \Pi),$$

welches als Factor in dem Ausdrücke für  $m$  (vergl 11b) pag. 282) auftritt, kann der Null gleich gemacht werden, wenn man :

$$\Pi = L_{\parallel}, \quad 2)$$

setzt; hiedurch wird  $m$  ebenfalls gleich Null und die Relation 11) (pag. 277) nimmt die einfache Gestalt:

$$\varrho_m = \frac{r_1}{r_m} \frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_m} \varrho_1, \quad 3)$$

an, wobei aber, der nunmehr getroffenen Wahl von  $\Pi$  entsprechend, zur Berechnung der Symbole  $\mathcal{G}_1$  und  $\mathcal{G}_m$  (vergl. 4) (pag. 275) die Ausdrücke:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} J &= \frac{\operatorname{tg} \beta_n}{\sin \lambda_n - L_n} \\ \mathcal{G}_1 &= \sin \beta, \cos J - \sin(\lambda_1 - L_n) \cos \beta, \sin J \\ \mathcal{G}_m &= \sin(\lambda_m - L_n) \cos \beta, \sin J - \sin \beta, \cos J, \end{aligned} \right\} \quad 4)$$

in Anwendung gezogen werden müssen. Es ist somit jene einfache Relation zwischen den geocentrischen Distanzen erlangt, auf welche Olbers seine berühmte Methode zur Bestimmung einer Kometenbahn aufgebaut hat. Die Wahl der Lage des grössten Kreises ist so getroffen, dass derselbe durch den mittleren Kometen- und Sonnen-Ort hindurchgelegt erscheint, womit sich, wie man sieht, eine wesentliche Abkürzung und Vereinfachung der Rechnung verbindet. Man wird auf diese bestimmte Wahl des grössten Kreises nur in jenen, allerdings seltenen Ausnahmefällen verzichten müssen, in welchen dieselbe die Olbers'sche Methode der Bahnbestimmung unbrauchbar machen würde.

Eine nähere Betrachtung der Gleichung 5) (pag. 275) wird die hier obwaltenden Verhältnisse überblicken lassen. Da die Coëfficienten von  $\varrho_1$  und  $\varrho_m$  der Natur des Problems nach niemals endliche Werthe überschreiten können, so wird die Bestimmung der zwischen diesen beiden Grössen bestehenden Relation um so sicherer ausgeführt werden können, je grösser deren Coëfficienten werden. Diese Bedingung wird einer analytischen Betrachtung zugänglich, wenn man voraussetzt, dass die Relation zwischen  $\varrho_1$  und  $\varrho_m$  am sichersten ermittelt werden kann, sobald die Summe der Quadrate der bezüglichen Coëfficienten, nämlich:

$$\left\{ \frac{[r_m, r_m]}{[r_1, r_m]} \mathcal{G}_1 \right\}^2 + \left\{ \frac{[r_1, r_m]}{[r_1, r_m]} \mathcal{G}_m \right\}^2, \quad 5)$$

ein Maximum wird; zu dessen Bestimmung muss der Differentialquotient des eben aufgestellten Ausdrucks gleich Null gesetzt werden, wobei jedoch zu beachten ist, dass diese Gleichung auch auf das Minimum führt. Vor Durchführung dieser Differentiation wird man die oben (vergl. 4) pag. 275) aufgestellten Ausdrücke für  $\mathcal{G}_1$  und  $\mathcal{G}_m$  einer zweckmässigen Transformation zu unterziehen haben. Bezeichnet man mit  $W$  den Winkel, welchen der zu wählende grösste Kreis am mittleren Orte mit dem Breitenkreis einschliesst, so bestehen offenbar die folgenden Relationen:

$$\left. \begin{aligned} \sin J \cos(\lambda_n - \Pi) &= \cos W \\ \sin J \sin(\lambda_n - \Pi) &= \sin W \sin \beta_n \\ \cos J &= \sin W \cos \beta_n, \end{aligned} \right\} \quad 6)$$

Setzt man nun in den für die Sinus der Perpendikel geltenden Gleichungen in 4) (pag. 275):

$$\begin{aligned} \lambda_1 - \Pi &= (\lambda_1 - \lambda_n) + (\lambda_n - \Pi) \\ \lambda_m - \Pi &= (\lambda_m - \lambda_n) + (\lambda_n - \Pi), \end{aligned}$$

und überdies:

$$\left. \begin{aligned} \sin \beta, \cos \beta, -\cos (\lambda, - \lambda,) \cos \beta, \sin \beta, &= \sin \mathcal{A}, \cos w, \\ \sin (\lambda, - \lambda,) \cos \beta, &= \sin \mathcal{A}, \sin w, \\ \sin \beta, \cos \beta, -\cos (\lambda, - \lambda,) \cos \beta, \sin \beta, &= \sin \mathcal{A}, \cos w, \\ \sin (\lambda, - \lambda,) \cos \beta, &= \sin \mathcal{A}, \sin w, \end{aligned} \right\} 7)$$

so wird:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{C}, &= \sin \mathcal{A}, \sin (w, + W) \\ \mathcal{C}, &= \sin \mathcal{A}, \sin (w, - W), \end{aligned} \right\} 8)$$

in welchen Ausdrücken  $W$  als willkürliche Variable auftritt. Differentiirt man die Gleichung 5) (pag. 283) unter Berücksichtigung der eben erhaltenen Formen und setzt den Differentialquotienten gleich Null, so wird:

$$\left( \frac{[r, r]}{[r, r]} \frac{\sin \mathcal{A}}{\sin \mathcal{A}} \right)^2 \sin 2 (w, + W) = \sin 2 (w, - W). \quad 9)$$

Da der quadratische Factor wegen des in dieser Gleichung enthaltenen Verhältnisses der Dreiecksflächen vor der Durchführung der Bahnbestimmung nicht genau ermittelt werden kann, so hat man seinen Näherungswerth und zwar nach der dritten Gleichung 22) (pag. 100) einzuführen; wenn man die Glieder zweiter Ordnung weglässt, wird für die Bestimmung des Winkels  $W$  erhalten:

$$\left. \begin{aligned} g &= \frac{r, \sin \mathcal{A}}{r, \sin \mathcal{A}}, \\ \operatorname{tg} 2 W &= \frac{\sin 2 w, - g^2 \sin 2 w,}{g^2 \cos 2 w, + \cos 2 w,}. \end{aligned} \right\} 10)$$

Die Zweideutigkeit, die in der Bestimmung durch die Tangente liegt, erklärt sich aus dem oben (pag. 283) erwähnten Umstande, dass die Gleichung 10) die Bedingung sowohl für das Maximum, als für das Minimum angibt; der eine Werth gehört also zu ersterem, der andere zu letzterem, weshalb die Entscheidung, welcher Quadrant zu wählen ist, in einem speciellen Falle keiner Schwierigkeit unterliegt: man wird jenen Werth von  $W$  zu wählen haben, der in 8) für  $\mathcal{C},$  und  $\mathcal{C},$  ohne Rücksicht auf das Vorzeichen die grösseren Werthe finden lässt. Ist der Winkel  $J$  ermittelt, so wird mit Hilfe der Gleichungen 6) (pag. 283), denen man zu diesem Zwecke die Form:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} J \cos (\lambda, - \Pi) &= \operatorname{cotg} W \sec \beta, \\ \operatorname{tg} J \sin (\lambda, - \Pi) &= \operatorname{tg} \beta, \end{aligned} \right\} 11)$$

ertheilen kann, jene Lage des grössten Kreises, welche die Bestimmung möglichst günstig gestaltet, gefunden sein;  $J$  kann stets im ersten Quadranten angenommen werden.

Diese für die Bahnbestimmung günstigste Wahl des grössten Kreises würde wegen der nothwendigen Durchrechnung der Formeln 7) und 10) unbequem sein, allein bei der Durchführung derartiger Rechnungen kann man sich mit ganz rohen Annäherungen begnügen, da selbst ziemlich fehlerhafte Annahmen in diesem Falle für das Resultat ohne wesentlichen Nachtheil sind. Berücksichtigt man in den Gleichungen 7) nur die ersten Potenzen der kleinen Bogen, welche Beschränkung

allerdings für polnahe Kometen vielleicht nicht völlig gerechtfertigt ist, so erhält man:

$$\begin{aligned} \beta, - \beta, &= \Delta, \cos w, & \beta, - \beta, &= \Delta, \cos w, \\ (\lambda, - \lambda,) \cos \beta, &= \Delta, \sin w, & (\lambda, - \lambda,) \cos \beta, &= \Delta, \sin w, \end{aligned}$$

aus welchen Gleichungen gefolgert werden kann, dass  $w$ , und  $w,$  unter den gemachten Voraussetzungen sich nahe zu  $180^\circ$  ergänzen. Setzt man daher:

$$\begin{aligned} w, &= 90^\circ - \gamma \\ w, &= 90^\circ + \gamma, \end{aligned}$$

und überdies in 10), da die Fortbewegung des Kometen nahezu proportional der Zeit ist,  $g = 1$ , so wird:

$$\operatorname{tg} 2 W = \operatorname{tg} 2 \gamma,$$

also:

$$\begin{aligned} W &= \gamma \text{ für das Maximum,} \\ W &= \gamma - 90^\circ \text{ für das Minimum.} \end{aligned}$$

Mit Rücksicht auf die Bedeutung des Winkels  $\gamma$  wird man daher mit genügender Annäherung setzen dürfen:

$$\cotg W = - \frac{\lambda, - \lambda,}{\beta, - \beta,} \cos \beta,;$$

die Gleichungen 11) erhalten dann die Gestalt:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} J \sin (\lambda, - \Pi) &= \operatorname{tg} \beta, \\ \operatorname{tg} J \cos (\lambda, - \Pi) &= - \frac{\lambda, - \lambda,}{\beta, - \beta,} \end{aligned} \right\} \quad 12a)$$

Diese Relationen, in welchen man übrigens  $J$  stets innerhalb der Grenzen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  annehmen darf, bezeichnen also näherungsweise jene Lage des grössten Kreises, welche als die für die Bahnbestimmung günstigste erklärt werden kann; der ersteren derselben muss völlig streng genügt werden, weil dieselbe die Bedingung ausdrückt, dass der gewählte Kreis durch die mittlere Beobachtung hindurch gelegt erscheine, der letzteren aber braucht nur ganz beiläufig entsprochen zu werden.

Sollte die Bewegung des Kometen durch die Annäherung an den Pol sich sehr unregelmässig gestalten, so dass man der zweiten Gleichung in 12a) nicht die nöthige Genauigkeit zuschreiben darf, so wird dennoch die Rückkehr auf die strenger Formeln meist umgangen werden können, wenn man für  $\lambda, - \lambda$ , und  $\beta, - \beta$ , die für die Zeit der mittleren Beobachtung geltenden Änderungen der Coordinaten einführt, welche Zahlen man wohl durch anderweitig vorhandene Beobachtungen sich verschaffen kann. Gewöhnlich wird man zwar in diesem Falle nur die Änderungen der äquatorealen Coordinaten kennen; es ist aber nach bekannten Differential-

Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \cos \beta \sin \eta &= \cos \alpha \sin \epsilon \\ \cos \beta \cos \eta &= \cos \epsilon \cos \delta + \sin \epsilon \sin \delta \sin \alpha \\ d\beta &= \cos \eta d\delta - \sin \eta \cos \delta d\alpha \\ \cos \beta d\lambda &= \sin \eta d\delta + \cos \eta \cos \delta d\alpha, \end{aligned} \right\} \quad 12b)$$

womit aus den Änderungen der äquatorealen Coordinaten  $d\alpha$ ,  $d\delta$ , jene der ekliptikalen leicht bestimmt werden können; dann wird sein:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} J \sin (\lambda_{\text{II}} - \Pi) &= \operatorname{tg} \beta_{\text{II}} \\ \operatorname{tg} J \cos (\lambda_{\text{II}} - \Pi) &= -\frac{d\lambda}{d\beta} \end{aligned} \right\} \quad 12c)$$

Sind  $\Pi$  und  $J$  den obigen Gleichungen entsprechend bestimmt worden, so werden  $M$  und  $m$  den Ausdrücken 11a) (pag. 281) und 11b) (pag. 282) gemäss zu berechnen sein, wobei zu beachten ist, dass in diesem Falle  $M$  innerhalb der als zulässig betrachteten Annäherungen constant wird, während  $m$  noch als eine Function der Radienvectorsumme somit der zu suchenden Grössen  $\varrho$ , und  $\varrho_{\text{II}}$  erscheint. Ohne hier auf die Methode einzugehen, deren man sich mit Vorthail zur Auflösung dieser Gleichungen bedient, sieht man sofort ein, dass die durch Olbers getroffene Wahl des grössten Kreises, welche nach Gleichung 3) (pag. 283) ein einfaches, als constant zu betrachtendes Verhältniss zwischen  $\varrho$ , und  $\varrho_{\text{II}}$  einführt, die Rechnung wesentlich einfacher gestalten wird, als dies die Einführung der für die Genauigkeit der Bestimmung günstigsten Lage des grössten Kreises in das Problem vermöchte; man wird daher nicht ohne zwingende Gründe den durch die erstere Methode gebotenen Rechnungsvortheil von der Hand weisen. Es empfiehlt sich darum, hier jene Kriterien anzuzeigen, welche man sofort in den ersten Stadien der Rechnung für die Entscheidung erhalten kann, ob die von Olbers getroffene oder die soeben für den Ausnahmefall in Vorschlag gebrachte Wahl des grössten Kreises den Vorzug verdiene.

Da  $m$  selbst (vergl. pag. 282) von der Ordnung der Zwischenzeit ist, so wird im Allgemeinen  $M$  allein für die Sicherheit der Bestimmung massgebend sein. Differentiirt man den für  $M$  geltenden Ausdruck [vergl. 11a) (pag. 281)], so findet sich:

$$dM = \frac{\tau_{\text{II}}}{\tau_{\text{II}}} \frac{\mathcal{G}_{\text{II}} d\mathcal{G}_{\text{II}} - \mathcal{G}_{\text{II}} d\mathcal{G}_{\text{II}}}{\mathcal{G}_{\text{II}}^2};$$

für die Sinus der Perpendikel wird sich offenbar eine Entwicklung nach steigenden Potenzen der Zeit angeben lassen, deren Anfangsglied Null sein wird, wenn man die Zeit von der mittlern Beobachtung aus zählt. Bleibt man bei den Gliedern erster Ordnung stehen, so wird sein:

$$\mathcal{G}_{\text{II}} = a\tau_{\text{II}} + \dots, \quad \mathcal{G}_{\text{II}} = a\tau_{\text{II}} + \dots,$$

in welchen Ausdrücken der Coëfficient  $a$  von der Grösse und Richtung der Bewegung abhängt. Derselbe wird aber in einem speciellen Falle, wenn über die Lage des grössten Kreises eine bestimmte Wahl getroffen ist, einen ganz bestimmten Werth annehmen; mit Benützung der angeführten Relation wird für  $dM$  gefunden:

$$dM = \frac{1}{a} \left( \frac{d\mathcal{G}_{\text{II}}}{\tau_{\text{II}}} - \frac{d\mathcal{G}_{\text{II}}}{\tau_{\text{II}}} \right). \quad 13)$$

Da  $d\mathcal{G}_{\text{II}}$  und  $d\mathcal{G}_{\text{II}}$  die durch die Beobachtungen bedingten Fehler in den Sinus der Perpendikel darstellen und  $\tau$ , und  $\tau_{\text{II}}$  in einem vorgelegten Falle bestimmte con-



stante Grössen sind, so lehrt die letzte Gleichung, dass im Allgemeinen der Fehler in den Sinus der Perpendikel umgekehrt proportional der Grösse  $a$  sein wird;  $a$  ist sonach proportional der Genauigkeit des Resultates. Der Factor  $a$  selbst wird von der scheinbaren geocentrischen Bewegung des Kometen und von der Wahl der Lage des grössten Kreises, der durch die mittlere Beobachtung gelegt ist, abhängig sein. Die Bewegungsgrösse des Kometen ist aber in einem speciellen Falle eine ganz bestimmte; man wird daher den Schluss ziehen dürfen, dass vorerst die Sicherheit der Bahnbestimmung mit der geocentrischen Bewegung  $b$  des Kometen wächst und stets sehr gering bleibt, wenn die zur Verfügung stehenden geocentrischen Bogen sehr klein sind. Es wird  $a$  im Maximum gleich  $b$  werden können, welchem Maximum man sich durch entsprechende Wahl der Lage des grössten Kreises anzunähern vermag. Bezeichnet man mit  $W$ , den Winkel, den der grösste Kreis mit dem Breitenkreis am mittleren Kometenort einschliesst, und bestimmt denselben so, dass er senkrecht auf der scheinbaren Bewegung steht, so wird derselbe durch die Relation:

$$\operatorname{tg} W = - \frac{\beta''' - \beta'}{\lambda''' - \lambda'} \sec \beta''', \quad 14)$$

nahezu dargestellt sein; hierbei kann  $W$ , stets kleiner als  $180^\circ$  angenommen werden, und der Ausdruck für die Perpendikel wird in der Beschränkung auf die Glieder erster Ordnung die Gestalt:

$$\mathcal{P}' = b \tau''' , \quad \mathcal{P}''' = b \tau' , \quad 15)$$

erhalten. Ist  $W_0$  der Winkel, welcher der Olbers'schen Wahl des grössten Kreises entspricht, so findet sich derselbe nach:

$$\operatorname{tg} W_0 = \operatorname{tg} (\lambda'' - L'') \operatorname{cosec} \beta'' , \quad 16)$$

weil  $W_0$  in dem rechtwinkligen sphärischen Dreiecke zwischen dem mittleren Kometen und mittleren Sonnenort und dem Fusspunkte des von dem ersteren auf die Ekliptik gefällten sphärischen Perpendikels der Seite  $(\lambda'' - L'')$  gegenüber liegt. Der Ausdruck für die Sinus der Perpendikel wird demnach sein:

$$\mathcal{P}' = b \cos (W' - W_0) \tau''' , \quad \mathcal{P}''' = b \cos (W' - W_0) \tau' . \quad 17)$$

Vergleicht man also die Ausdrücke 15) und 17) mit einander, in Verbindung mit den an die Gleichung 13) geknüpften Bedingungen, so wird die Genauigkeit  $G$  der Olbers'schen Methode ausgedrückt sein durch:

$$G = \cos (W' - W_0) , \quad 18)$$

wenn man die grösste erreichbare Genauigkeit durch die Einheit bezeichnet. Die Formeln 14), 16) und 18) (pag. 287) liefern also in einfacher Weise die für die Wahl der Methode geltenden Kriterien, welche sofort bei Beginn der Rechnung in Anwendung gezogen werden können. Da wohl eine feste Grenze für die Scheidung der beiden Methoden nicht aufgestellt werden kann, so muss diese dem Ermessen des Rechners überlassen bleiben; im Allgemeinen dürfte es sich aber em-

pfehlen, auf Olbers' Methode zu verzichten, wenn die Genauigkeit derselben auf die Hälfte herabsinkt, also der absolute Werth von  $\cos(W, - W_0)$  kleiner als eine halbe Einheit wird; indessen wird man diese Grenzbestimmung oft überschreiten dürfen, besonders wenn die geocentrische Bewegung des Kometen gross ist.

Bei diesen Betrachtungen ist noch eine Bemerkung, die sich an die Gleichung 13) (pag. 286) knüpft, ganz wesentlich. In dieser erscheinen die Beobachtungsfehler in den Grössen  $d\mathcal{J}$ , und  $d\mathcal{J}_m$  und nehmen je nach der Wahl des grössten Kreises verschiedene Werthe an; wenn man sich auf die differentiellen Verhältnisse beschränkt, so ist (vergl. 4) pag. 275):

$$\begin{aligned} d\mathcal{J} &= \{ \cos J \cos \beta, + \sin(\lambda, - II) \sin \beta, \sin J \} d\beta, - \cos(\lambda, - II) \cos \beta, \sin J d\lambda, \\ d\mathcal{J}_m &= - \{ \cos J \cos \beta_m + \sin(\lambda_m - II) \sin \beta_m \sin J \} d\beta_m + \cos(\lambda_m - II) \cos \beta_m \sin J d\lambda_m, \end{aligned}$$

in welchen Gleichungen  $d\beta$ ,  $d\lambda$ ,  $d\beta_m$  und  $d\lambda_m$  gleichsam die relativen Beobachtungsfehler in Bezug auf den mittleren Beobachtungsort darstellen; wären dieselben bekannt, so könnte man im Allgemeinen die Grössen  $J$  und  $II$  so bestimmen, dass in 13) (pag. 286) der Klammerausdruck der Null gleich wird, und den Einfluss der Beobachtungsfehler auf die Bestimmung von  $M$  eliminiren. Bei der Unkenntnis dieser Fehler ist jedoch eine derartige Bestimmung unthunlich, dagegen kann sich der Fall ereignen, dass zufällig für die Olbers'sche Wahl des grössten Kreises, die nicht der günstigsten entspricht, eine derartige Elimination eintritt und dass demnach ein besseres Resultat durch die kürzere und bequemere Methode erhalten wird, als durch die weit umständlichere; aber auf solche Zufälligkeiten darf man im Allgemeinen nicht rechnen und der Vorzug der grösseren Genauigkeit wird im Durchschnitte der hier in Vorschlag gebrachten Methode gewahrt werden. Der eben erwähnte Fall erinnert an die in der Praxis nicht selten auftretende Thatsache, dass eine Beobachtung mit sehr geringem Gewichte dem wahren Werthe näher kommt, als eine solche mit sehr hohem Gewichte, weshalb aber doch niemand der ersteren aus dem Umstande zufälliger Übereinstimmung mit dem wahren Werthe ein vergrössertes Gewicht wird zuschreiben wollen.

Schliesslich soll noch auf eine Wahl des grössten Kreises aufmerksam gemacht werden, die vielleicht von Bedeutung sein kann, wenn nur drei Beobachtungen eines Kometen gelungen sind, von denen die eine unvollständig ist. Wäre die unvollständige Beobachtung eine äussere, so wird man die oben für  $M$  und  $m$  (11a) pag. 281) und 11b) pag. 282) aufgestellten Formeln ohne Bedenken, obzwar mit vermindelter Annäherung in Anwendung ziehen dürfen, wenn man sich die der unvollständigen Beobachtung zugehörenden Coordinaten und ihre Zeitangabe mit dem Doppelaccente versehen denkt und in consequenter Weise die Vorzeichen für die Bildung der Zwischenzeiten, die eventuell negativ werden, berücksichtigt. Der Natur der Sache nach wird bei der unvollständigen Beobachtung entweder die Rectascension oder die Declination fehlen, im ersteren Falle ist es aber nöthig, eine ganz rohe Angabe über die Rectascension zu besitzen, welche Forderung übrigens thatsächlich keinen Schwierigkeiten unterliegen wird. Fehlt die Declinationsangabe, so wird die Lage

des grössten Kreises sofort bestimmt sein, wenn man den aufsteigenden Knoten desselben in Bezug auf den Äquator  $\Pi_\alpha = \alpha$ , und die Neigung gegen diesen  $J_\alpha = 90^\circ$  setzt. Fehlt aber die genaue Angabe der Rectascension, so wird man  $J_\alpha = \delta$ , und  $\Pi_\alpha = \alpha - 90^\circ$  anzunehmen haben, wobei nur ein ganz roher Näherungswerth von  $\alpha$ , bekannt zu sein braucht. Ist einmal die Bestimmung der Lage des grössten Kreises in Bezug auf den Äquator festgestellt, so wird man die Übertragung auf die Ekliptik leicht mit Hilfe der folgenden Formeln (vergl. Gleichung 5) pag. 11), in denen  $\epsilon$  die Schiefe der Ekliptik vorstellt:

$$\left. \begin{aligned} \sin \frac{1}{2}(\Pi + \sigma) \sin \frac{1}{2}J &= \sin \frac{1}{2}(J_\alpha + \epsilon) \sin \frac{1}{2}\Pi_\alpha \\ \cos \frac{1}{2}(\Pi + \sigma) \sin \frac{1}{2}J &= \sin \frac{1}{2}(J_\alpha - \epsilon) \cos \frac{1}{2}\Pi_\alpha \\ \sin \frac{1}{2}(\Pi - \sigma) \cos \frac{1}{2}J &= \cos \frac{1}{2}(J_\alpha + \epsilon) \sin \frac{1}{2}\Pi_\alpha \\ \cos \frac{1}{2}(\Pi - \sigma) \cos \frac{1}{2}J &= \cos \frac{1}{2}(J_\alpha - \epsilon) \cos \frac{1}{2}\Pi_\alpha \end{aligned} \right\} \quad 19)$$

bewerkstelligen können.

Die Resultate der in diesem Kapitel durchgeführten Entwicklungen kann man dazu verwerthen, sich sofort bei Beginn der Rechnung nach den Formeln 14), 16) und 18) (pag. 287) ein Mass für die Genauigkeit der Olbers'schen Methode zu verschaffen; es wird sich empfehlen, dieselbe zu verlassen, wenn  $G$  kleiner als eine halbe Einheit wird. Hat man sich für Olbers' Wahl des grössten Kreises entschieden, so berechnet man nach 4) (pag. 275) und 3) (pag. 283) den Werth von:

$$M = \frac{\tau}{\tau_m} \frac{\mathcal{O}}{\mathcal{O}_m},$$

und hat als Relation zwischen  $q_m$  und  $q$ , die Gleichung:

$$q_m = Mq.$$

Ist aber die Olbers'sche Methode nicht anwendbar, so berechnet man nach 12) (pag. 285) die anzunehmenden Werthe von  $J$  und  $\Pi$ , und mit Hilfe der Gleichungen 4) (pag. 275) die Werthe der Symbole  $\odot$ ,  $\mathcal{O}$ , und  $\mathcal{O}_m$ ; dann ist nach 11a) und 11b) (pag. 281, 282):

$$\left. \begin{aligned} M &= \frac{\tau}{\tau_m} \frac{\mathcal{O}}{\mathcal{O}_m} \\ F &= 4 \tau \tau_m \sin J \frac{\odot}{\mathcal{O}_m} \\ C &= -\frac{F}{(R + R_m)^3} \\ q_m &= C + \frac{F}{(r + r_m)^3} + Mq. \end{aligned} \right\} \quad 20)$$

Die eben angeführten Formelsysteme werden zur Anwendung gelangen, wenn über die Bahnelemente des Kometen nichts näheres bekannt ist: sind aber Näherungen vorhanden, so wird man aus denselben die Verhältnisse der Dreiecksflächen ableiten und sich der strengen Formeln 10) (pag. 277) zur Bestimmung von  $m$  und  $M$  bedienen. Wendet man die Olbers'sche Methode an, so wird man (vergl. 4) und 6) pag. 275):

$$\left. \begin{aligned} m &= \left\{ \frac{r_m \sin(v_m - v_n)}{r \sin(v_n - v)} R \sin(L - L_n) + R_m \sin(L_m - L_n) \right\} \frac{1}{\sin(\lambda_m - L_n) \cos \beta_m - \sin \beta_m \cotg J} \\ M &= \frac{r_m \sin(v_m - v_n)}{r \sin(v_n - v)} \cdot \frac{\sin \beta \cotg J - \sin(\lambda - L_n) \cos \beta}{\sin(\lambda_m - L_n) \cos \beta_m - \sin \beta_m \cotg J} \end{aligned} \right\} \quad 21)$$

haben und, da in diesen Fällen eine Näherung für  $q$ , welche mit  $[q]$  bezeichnet werden soll, bekannt sein wird und  $m$  erster Ordnung ist, ohne die Convergenz in Frage zu stellen, setzen dürfen:

$$\left. \begin{aligned} (M) &= \frac{m}{[q]} + M \\ q_m &= (M)q, \end{aligned} \right\} 22)$$

mit welchem verbesserten Werthe von  $(M)$  die Rechnung zu wiederholen sein wird. Ist man aber durch die Umstände genöthigt, sich der für den Ausnahmefall geltenden Methode zu bedienen, so wird man mit Benützung der vorhandenen Näherungen setzen:

$$\left. \begin{aligned} m &= \left\{ \frac{r_m \sin(v_m - v_n)}{r \sin(v_n - v_i)} R \sin(L, - II) - \frac{r_m \sin(v_m - v_i)}{r_n \sin(v_n - v_i)} R_n \sin(L_n - II) + \right. \\ &\quad \left. + R_m \sin(L_m - II) \right\} \frac{1}{\sin(\lambda_m - II) \cos \beta_m - \sin \beta_m \cotg J} \\ M &= \frac{r_m \sin(v_m - v_n)}{r \sin(v_n - v_i)} \cdot \frac{\sin \beta \cotg J - \sin(\lambda, - II) \cos \beta}{\sin(\lambda_m - II) \cos \beta_m - \sin \beta_m \cotg J} \\ (M) &= \frac{m}{[q]} + M \\ q_m &= (M)q, \end{aligned} \right\} 23)$$

und auch in diesem Falle die so bequeme Olbers'sche, zwischen den beiden geocentrischen Distanzen bestehende Relation erreichen. Die Berechnung der Formeln 21) und 23) gestaltet sich bei der thatsächlichen Anwendung sehr einfach, da die Ausdrücke:

$$\begin{aligned} \sin \beta \cotg J - \sin(\lambda, - II) \cos \beta &= Z \\ \sin(\lambda_m - II) \cos \beta_m - \sin \beta_m \cotg J &= N, \end{aligned}$$

meist aus vorhergehenden Rechnungen bekannt sind.

#### 4. Lösung des Problems durch Einführung der Euler'schen Gleichung.

Im zweiten Kapitel ist durch die Gleichungen 1), 2) und 3) (pag. 277 ff.) die Lösung des Problems in seinen Grundzügen aufgestellt. Es handelt sich nunmehr darum, die daselbst aufgeführten Ausdrücke für die Rechnung möglichst bequem zurecht zu legen; diese muss aber in etwas abgeänderter Form vorgenommen werden, je nachdem man sich der Olbers'schen Methode bedient oder die Wahl des grössten Kreises möglichst günstig trifft; es sollen demnach die Rechnungsvorschriften nach den Methoden gesondert vorgenommen werden.

##### *α. Der grösste Kreis geht durch den mittleren Kometen- und Sonnen-Ort.*

(Olbers' Methode.)

Für die Olbers'sche Methode (vergl. Gleichung 3) und 4) pag. 283) besteht zwischen den geocentrischen Distanzen die Relation:

$$q_m = Mq, \quad 1)$$

wobei  $M$  als constanter Factor betrachtet werden kann. Um nun  $r$ , und  $r_m$  aus den Gleichungen 1) und 2) (pag. 277, 278) zu bestimmen, quadriert man zuerst die

ersten drei Gleichungen in 1) und bildet deren Summe. dann operirt man ähnlich mit den drei letzten Gleichungen und erhält so ohne Schwierigkeit:

$$\left. \begin{aligned} r^2 &= \varrho^2 - 2 \varrho R \cos \beta \cos (\lambda - L) + R^2 \\ r_m^2 &= \varrho_m^2 - 2 \varrho_m R_m \cos \beta_m \cos (\lambda_m - L_m) + R_m^2 \end{aligned} \right\} 2)$$

Setzt man:

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi &= \cos \beta \cos (\lambda - L) & \cos \psi_m &= \cos \beta_m \cos (\lambda_m - L_m) \\ \cos P \sin \psi &= \cos \beta \sin (\lambda - L) & \cos P_m \sin \psi_m &= \cos \beta_m \sin (\lambda_m - L_m) \\ \sin P \sin \psi &= \sin \beta & \sin P_m \sin \psi_m &= \sin \beta_m \end{aligned} \right\} 3)$$

so wird man stets in der Lage sein,  $\cos \psi$ ,  $\sin \psi$ ,  $\cos \psi_m$  und  $\sin \psi_m$  mit Sicherheit zu bestimmen; man kann übrigens an die Bogen  $\psi$  und  $\psi_m$  die Bedingung knüpfen, dass dieselben kleiner als  $180^\circ$  angenommen werden sollen, wodurch die Sinus dieser Bogen immer positiv werden. Der Bogen  $P$  und  $P_m$  bedarf man in der weiteren Entwicklung nicht; es wird daher in jenen Fällen, in welchen  $\sin \psi$  mit ausreichender Genauigkeit aus  $\cos \psi$  bestimmt werden kann, die Ermittlung der ersten beiden Gleichungen in 3) allein nothwendig sein, zur Controle mag jedoch auch dann das vollständige Gleichungssystem dienen. Die Berechtigung des oben hingeschriebenen Gleichungssystems erhellt sofort, wenn man die drei Gleichungen quadriert und addirt. Jenen in 2) kann man nunmehr die Form ertheilen:

$$r = \sqrt{(\varrho - R \cos \psi)^2 + R^2 \sin^2 \psi} \quad r_m = \sqrt{(\varrho_m - R_m \cos \psi_m)^2 + R_m^2 \sin^2 \psi_m},$$

oder auch mit Rücksicht auf 1):

$$r_m = \sqrt{(M\varrho - R_m \cos \psi_m)^2 + R_m^2 \sin^2 \psi_m}.$$

Setzt man also:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\varrho - R \cos \psi}{R \sin \psi}, \quad \operatorname{tg} \theta_m = \frac{\varrho - \left(\frac{R_m \cos \psi_m}{M}\right)}{\left(\frac{R_m \sin \psi_m}{M}\right)}, \quad 4)$$

so wird:

$$\left. \begin{aligned} r &= R \sin \psi \sec \theta, & r_m &= R_m \sin \psi_m \sec \theta_m, \\ \text{oder:} & & & \\ r &= (\varrho - R \cos \psi) \operatorname{cosec} \theta, & r_m &= M \left( \varrho - \frac{R_m \cos \psi_m}{M} \right) \operatorname{cosec} \theta_m. \end{aligned} \right\} 5)$$

Mit Hilfe der Gleichungen 4) und 5) wird man ohne Schwierigkeit zu jedem beliebigen Werthe von  $\varrho$ , die zugehörigen Werthe von  $r$  und  $r_m$  ermitteln können. Um nach 2) (pag. 278) auch die Sehne  $s$  zu berechnen, wird man zunächst die heliocentrischen Coordinaten des Kometen durch die geocentrischen Coordinaten desselben und der Sonne (vergl. pag. 271) ersetzen und erhalten:

$$\begin{aligned} s^2 &= (x_m - x)^2 + (y_m - y)^2 + (z_m - z)^2 \\ &= \{(\xi_m - \xi) - (X_m - X)\}^2 + \{(\eta_m - \eta) - (Y_m - Y)\}^2 + \{(\zeta_m - \zeta) - (Z_m - Z)\}^2. \end{aligned}$$

Führt man die Hilfsgrößen:

$$\left. \begin{aligned} d \cos \zeta \cos H &= \xi_m - \xi, & g \cos G &= X_m - X, \\ d \cos \zeta \sin H &= \eta_m - \eta, & g \sin G &= Y_m - Y, \\ d \sin \zeta &= \zeta_m - \zeta, \end{aligned} \right\} 6)$$

ein, so nimmt der Ausdruck für die Sehne die Gestalt an.

$$s^2 = d^2 + g^2 - 2dg \cos \zeta \cos (G - H).$$

Setzt man ähnlich wie früher:

$$\left. \begin{aligned} \cos \varphi &= \cos \zeta \cos (G - H) \\ \sin \varphi \cos Q &= \cos \zeta \sin (G - H) \\ \sin \varphi \sin Q &= \sin \zeta, \end{aligned} \right\} 7)$$

wobei der Bogen  $Q$  in der Folge nicht gebraucht wird, so ist:

$$s^2 = (d - g \cos \varphi)^2 + g^2 \sin^2 \varphi. \quad 8)$$

Auf den ersten Blick scheint die Berechnung der in den ersten drei Gleichungen von 6) enthaltenen Hilfsgrößen nicht möglich, weil die geocentrischen Coordinaten des Kometen die Unbekannten  $\varphi$ , und  $\varphi_m$  enthalten; man überzeugt sich aber leicht, dass hierdurch nur die Hilfsgrösse  $d$  beeinflusst wird, denn führt man in die angezeigten Gleichungen die polaren Coordinaten und die Relation 1) (pag. 290) ein, so resultirt zunächst:

$$\begin{aligned} d \cos \zeta \cos H &= M \varrho \cos \lambda_m \cos \beta_m - \varrho \cos \lambda \cos \beta, \\ d \cos \zeta \sin H &= M \varrho \sin \lambda_m \cos \beta_m - \varrho \sin \lambda \cos \beta, \\ d \sin \zeta &= M \varrho \sin \beta_m - \varrho \sin \beta. \end{aligned}$$

Setzt man:

$$d = \varrho, h,$$

und zählt, um die Rechnung der Hilfsgrößen möglichst zu erleichtern, alle Längen von einem Punkte, dessen Länge  $= \lambda_m$  ist, so wird:

$$\left. \begin{aligned} h \cos \zeta \cos (H - \lambda_m) &= M \cos \beta_m - \cos (\lambda_m - \lambda) \cos \beta, \\ h \cos \zeta \sin (H - \lambda_m) &= \sin (\lambda_m - \lambda) \cos \beta, \\ h \sin \zeta &= M \sin \beta_m - \sin \beta, \end{aligned} \right\} 9)$$

in welchen Relationen man  $h$  und  $\cos \zeta$  stets positiv annehmen darf. Der Ausdruck 8) verwandelt sich also in:

$$s^2 = (h \varrho - g \cos \varphi)^2 + g^2 \sin^2 \varphi. \quad 10)$$

Die Berechnung von  $g$  und  $G$  in 6) mit Hilfe der polaren Coordinaten  $X = R \cos L$ ,  $Y = R \sin L$ , wird sich einfacher gestalten, wenn man die Längen von einem Punkte zählt, dessen Länge  $= L$ , ist; dann hat man:

$$\left. \begin{aligned} g \cos (G - L) &= R_m \cos (L_m - L) - R, \\ g \sin (G - L) &= R_m \sin (L_m - L), \end{aligned} \right\} 11)$$

in welchen Gleichungen  $g$  stets positiv zu wählen sein wird.

Es sind somit  $r$ ,  $r_m$  und  $s$  in einfacher Weise als Functionen von  $\varrho$ , dargestellt. Die Substitution dieser Werthe in den rechten Theil der Euler'schen Gleichung:

$$6k(t_m - t) = (r + r_m + s)^{3/2} - (r + r_m - s)^{3/2},$$

wird erkennen lassen, ob für  $\varrho$ , der wahre Werth angenommen wurde oder nicht; durch entsprechende Variation der Annahmen wird man, falls der wahre Werth

noch nicht erlangt ist, denselben mittelst Versuchen zu erhalten trachten und sich hierbei der zweckmässigen Umformung bedienen, welche Encke mit der Euler'schen Gleichung (vergl. 12) pag. 79) vorgenommen hat. Die Benützung dieser Transformation wird die Rechnung wesentlich bequemer gestalten. Macht man nämlich eine Annahme über  $(r, + r_m)$ , so ist nach (pag. 80):

$$\eta = \frac{2k(t_m - t_r)}{(r, + r_m)^{\frac{3}{2}}} \quad , \quad \log 2k = 8.536 \ 6114, \quad 12)$$

und die Sehne  $s$  bestimmt durch:

$$s = \frac{2k(t_m - t_r)}{\sqrt{r, + r_m}} \mu, \quad 13)$$

wobei  $\mu$  aus der Tafel VII mit Hilfe des Argumentes  $\eta$  entlehnt werden kann. Aus der Gleichung 10) resultirt dann der zugehörige Werth von  $\varphi$ , nach:

$$\varphi, = \frac{g}{h} \cos \varphi \pm \frac{1}{h} \sqrt{s^2 - g^2 \sin^2 \varphi}; \quad 14)$$

von den beiden für  $\varphi$ , geltenden Werthen wird nur der dem positiven Vorzeichen der Wurzel entsprechende anzunehmen sein. In der überwiegenden Anzahl der Fälle wird nur dieses Zeichen auf positive Werthe von  $\varphi$ , hinführen; ist aber  $\cos \varphi$  positiv und  $s : g$  kleiner als die Einheit, was bei Kometen nur eintreten kann, wenn die Entfernung von der Sonne grösser als 2 ist, (vergl. die Gleichungen von pag. 50), so sind zwei positive Lösungen vorhanden. Daraus hat man schliessen wollen, dass in diesen Fällen eine doppelte Lösung des Problems möglich sei; es wird aber später das Irrthümliche dieser Annahme aufgezeigt werden, indem der Beweis hergestellt wird, dass, falls mehr als eine Lösung möglich ist, bei welcher  $\varphi$ , positiv bleibt, nothwendig drei derartige Lösungen vorhanden sein müssen; es wird daselbst auch erwiesen werden, dass in den praktisch nahezu bedeutungslosen Fällen, in welchen die Gleichung 14) eine doppelte positive Lösung zulässt, stets das positive Zeichen der Wurzel gewählt werden muss. Unter dieser Voraussetzung, deren Beweis für später vorbehalten bleibt, kann  $\varphi$ , und  $s$  leicht mit Hilfe der Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \cos \vartheta &= \frac{g \sin \varphi}{s} \\ \varphi, &= \frac{g}{h} \sin \varphi \operatorname{tg} \vartheta + \frac{g}{h} \cos \varphi, \end{aligned} \right\} \quad 15)$$

berechnet werden, in welch' letzterem Ausdrucke, der gemachten Behauptung gemäss,  $\operatorname{tg} \vartheta$  stets das Zeichen von  $\cos \vartheta$  erhält. Aus  $\varphi$ , können mit Hilfe der Formeln 4) und 5) (pag. 291) ohne Schwierigkeit die Werthe von  $r$ , und  $r_m$  gefunden werden, deren Summe dann mit der anfänglichen Annahme über  $r, + r_m$  übereinstimmen muss, wofern diese dem wahren Werth entsprach. Ist die Übereinstimmung nicht erreicht, so wird eine zweckmässig geleitete Variation der Annahmen in Verbindung mit einem entsprechenden Interpolationsverfahren leicht das Ziel erreichen lassen. Der Auseinandersetzung dieses Verfahrens soll noch die übersichtliche Zusammenstellung der zusammengehörigen Formeln vorangehen, in welchen jene Coëfficienten, die für einen speciellen Fall constant sind, durch besondere Buch-

staben bezeichnet werden; die Vergleichung der Formeln 4), 5) (pag. 291), 12), 13) und 15) (pag. 293) mit den folgenden:

$$\left. \begin{aligned} \tau &= 2k(t_m - t_i) & \log 2k &= 8.536611 - 10 \\ \Gamma &= \frac{g}{h} \sin \varphi & A &= \frac{g \sin \varphi}{\tau} \\ B &= R \sin \psi, & B_m &= \frac{R_m \sin \psi_m}{M} \\ f &= R \cos \psi, - \frac{g}{h} \cos \varphi & f_m &= \frac{R_m \cos \psi_m}{M} - \frac{g}{h} \cos \varphi, \end{aligned} \right\} 16)$$

wird die Entstehung dieser erkennen lassen; dann ist für jede Annahme über  $(r, + r_m)$  zu rechnen:

$$\left. \begin{aligned} \eta &= \frac{\tau}{(r, + r_m)^{\frac{3}{2}}}, & \eta &\text{ als Argument für } \mu \text{ (Tafel VII)} \\ \cos \vartheta &= \frac{A}{\mu \sqrt{r, + r_m}} & \gamma &= \Gamma \operatorname{tg} \vartheta \\ \operatorname{tg} \vartheta &\text{ erhält stets das Zeichen von } \cos \vartheta \\ \operatorname{tg} \theta &= \frac{\gamma - f}{B}, & \operatorname{tg} \theta_m &= \frac{\gamma - f_m}{B_m} \\ r, &= B \sec \theta, & r_m &= R_m \sin \psi_m \sec \theta_m. \end{aligned} \right\} 17)$$

Es soll nun gezeigt werden, in welcher Weise man die versuchsweise Auflösung des Gleichungssystems 17) durchzuführen hat, um das vorgesteckte Ziel rasch zu erreichen. Der Umstand, dass die Kometen meist in der Erdnähe aufgefunden werden, lässt für  $(r, + r_m)$ :

$$x_1 = \log(r, + r_m) = 0.301030, \quad 18)$$

als Näherungswerth der Unbekannten  $x$  erscheinen. Nach Durchrechnung des Formelsystems 17) wird man, da im Allgemeinen der wahre Werth von  $x$  vor dem Beginn der Versuche nicht bekannt ist, einen Werth für  $\log(r, + r_m)$  finden, der mit  $y_1$  bezeichnet werden soll. Der wahre Werth von  $x$  wird meist zwischen den Grenzen 0.0 und 0.6 eingeschlossen sein, weshalb die Anwendung von Differentialausdrücken zur Bestimmung der Verbesserung der gemachten Annahmen über  $x$  nach Durchführung des ersten Versuches ein der Wahrheit so nahe kommendes Resultat für den zweiten Versuch erreichen lassen wird, dass die auf Grundlage dieses letzteren berechneten Differentialausdrücke die Versuche zum Abschlusse bringen. Nimmt man also an, dass man mit dem linearen Verhältniss ausreicht, so wird, wenn mit  $dx_1$  die erforderliche Änderung von  $x_1$  bezeichnet wird, um den Endwerth  $y_1 + dy_1$ , mit dem Ausgangswerthe in Übereinstimmung zu bringen:

$$\left. \begin{aligned} x_1 + dx_1 &= y_1 + dy_1, \\ y_1 - x_1 &= dx_1 - dy_1, \end{aligned} \right\} \text{ zu setzen sein, oder: } 19)$$

wobei  $dy_1$  die durch  $dx_1$  im Endwerthe bedingte Änderung vorstellt. Bezeichnet man den zu  $x_1$  gehörenden Werth von  $(r, + r_m)$  als Anfangswerth mit  $(r, + r_m)_a$ , jenen von  $y_1$  als Endwerth mit  $(r, + r_m)_e$ , so ist:

$$\left. \begin{aligned} dx_1 &= \operatorname{Mod.} \frac{d(r, + r_m)_a}{10^{x_1}} & d(r, + r_m)_a &= \operatorname{Mod.} \frac{10^{x_1}}{10^{y_1}} dx_1 \\ dy_1 &= \operatorname{Mod.} \frac{d(r, + r_m)_e}{10^{y_1}} & d(r, + r_m)_e &= \operatorname{Mod.} \frac{10^{y_1}}{10^{x_1}} dy_1. \end{aligned} \right\} 20)$$



Die Differentiation der Euler'schen Gleichung (vergl. 5) pag. 77) nach  $(r, + r_m)$  und  $s$  ergibt mit alleiniger Berücksichtigung des oberen Zeichens:

$$0 = (r, + r_m + s)^{1/2} d(r, + r_m + s) - (r, + r_m - s)^{1/2} d(r, + r_m - s),$$

$$\{\sqrt{r, + r_m + s} + \sqrt{r, + r_m - s}\} ds = -\{\sqrt{r, + r_m + s} - \sqrt{r, + r_m - s}\} d(r, + r_m),$$

und nach Einführung des Hilfswinkels  $\gamma$  (vergl. pag. 77), durch:

$$\sin \gamma = \frac{s}{r, + r_m} = \eta \mu, \quad 21)$$

wird:

$$ds = -\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma d(r, + r_m)_a = -\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma \frac{10^{x_1}}{\operatorname{Mod.}} dx_1. \quad 22)$$

Bei ersten Bahnbestimmungen wird  $\gamma$  in der Regel ein kleiner Bogen sein, zur Berechnung von  $\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma$  also die Form:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma = \frac{\sin \gamma}{2 \cos \frac{1}{2} \gamma^2},$$

mit Vorthail angewendet werden können, für welchen Ausdruck, wenn  $\eta$  klein ist, auch  $\frac{1}{2} \eta \mu$  mit genügender Annäherung geschrieben werden darf.

Die Differentiation von 10) (pag. 292) ergibt mit Rücksicht auf die Relationen 15) (pag. 293):

$$s ds = (h q, - g \cos \varphi) h dq, = h s \sin \vartheta dq,,$$

sonach mit Benützung von 22):

$$dq, = -\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma}{h \sin \vartheta} \cdot \frac{10^{x_1}}{\operatorname{Mod.}} dx_1. \quad 23)$$

Aus der Differentiation der Gleichungen 2) (pag. 291) resultirt nach Einführung der Winkel  $\psi$ , und  $\psi_m$  und der in 4) (pag. 291) aufgestellten Hilfswinkel:

$$r, dr, = (q, - R \cos \psi,) dq, = R \sin \psi, \operatorname{tg} \theta, dq,$$

$$r_m dr_m = M(M q, - R_m \cos \psi_m) dq, = M R_m \sin \psi_m \operatorname{tg} \theta_m dq,,$$

welche Ausdrücke, mit den ersten Relationen in 5) (pag. 291) verbunden, die Gestalt:

$$\left. \begin{aligned} dr, &= \sin \theta, dq, \\ dr_m &= M \sin \theta_m dq,, \end{aligned} \right\} \quad 24)$$

annehmen. Es ist daher:

$$d(r, + r_m)_e = (\sin \theta, + M \sin \theta_m) dq, = -(\sin \theta, + M \sin \theta_m) \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma}{h \sin \vartheta} \cdot \frac{10^{x_1}}{\operatorname{Mod.}} dx_1,$$

oder wegen:

$$d(r, + r_m)_e = \frac{10^{y_1}}{\operatorname{Mod.}} dy_1,$$

auch:

$$dy_1 = -(\sin \theta, + M \sin \theta_m) \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma}{h \sin \vartheta} \cdot \frac{10^{x_1}}{10^{y_1}} dx_1, \quad 25)$$

wobei offenbar:

$$\log \frac{10^{x_1}}{10^{y_1}} = x_1 - y_1,$$

zu setzen sein wird. Führt man nun die Relation 25) in 19) ein, so wird die an  $x_1$  anzubringende Verbesserung  $dx_1$  ohne Schwierigkeit gefunden werden; ist der so verbesserte Werth von  $x_1$  mit  $x_2$  bezeichnet, so hat man zu dessen Bestimmung die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} n_1 &= 1 + (\sin \theta, + M \sin \theta_m) \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma}{h \sin \vartheta} \cdot \frac{10^{x_1}}{10^{y_1}} \\ x_2 &= x_1 + \frac{y_1 - x_1}{n_1}. \end{aligned} \right\} \quad 26)$$

Mit dem Werthe von  $x_2$  wird die Berechnung des Gleichungssystems 17) zu wiederholen sein; die Durchführung ergibt  $y_2$  als Endwerth von  $\log(r, + r_m)$ , die Anwendung von 26) als neue Näherung:

$$x_3 = x_2 + \frac{y_2 - x_2}{n_2},$$

welche meist schon als Endwerth betrachtet werden darf. Sind die Versuche beendet, so rechnet man mit den Zahlen des letzten Versuches:

$$\left. \begin{aligned} q, &= \Gamma \operatorname{tg} \vartheta + \frac{g}{h} \cos \varphi \\ q_m &= M q, \end{aligned} \right\} \quad 27)$$

Bei der Ermittlung von ersten parabolischen Elementen wird gewöhnlich die Planeten-Aberration nicht in Rechnung gezogen; man kann jedoch dieselbe der Hauptsache nach sofort bei den eben beschriebenen Versuchen berücksichtigen. Zunächst wird man beachten, dass die Planetenaberration die richtige Bestimmung vom  $M$  nicht wesentlich in Frage stellt, jedenfalls wird der aus der Vernachlässigung derselben entstehende Fehler gegen den Einfluss der vernachlässigten Glieder höherer Ordnung nahezu verschwindend klein sein. Sind nämlich  $t,$ ,  $t_m$  und  $t_m$  die den drei Beobachtungen entsprechenden Zeitangaben, so hätte man dieselben bei Anwendung der für diese Zwecke vortheilhaften dritten Methode der Berücksichtigung der Planetenaberration (pag. 123) um die Beträge:

$$\begin{aligned} - 498^{\circ}65 \, q, &= - a \, q, \\ - 498 \cdot 65 \, q_m &= - a \, q_m \\ - 498 \cdot 65 \, q_m &= - a \, q_m \end{aligned}$$

zu verbessern; lässt man für  $q$  eine Entwicklung nach Potenzen der Zeit gelten, so wird sein:

$$\begin{aligned} q, &= q_m - \frac{d q_m}{dt} (t_m - t,) + \frac{1}{2} \frac{d^2 q_m}{dt^2} (t_m - t,)^2 - \dots \\ q_m &= q_m + \frac{d q_m}{dt} (t_m - t_m) + \frac{1}{2} \frac{d^2 q_m}{dt^2} (t_m - t_m)^2 + \dots \end{aligned}$$

und man hat, sich auf die Glieder erster Ordnung beschränkend, für das in  $M$  auftretende Verhältnis der Zwischenzeiten:

$$\frac{\tau,}{\tau_m} = \frac{t_m - t_m - a(q_m - q,)}{t_m - t, - a(q_m - q,)} = \frac{(t_m - t_m) \left\{ 1 - a \frac{d q_m}{dt} \right\}}{(t_m - t,) \left\{ 1 - a \frac{d q_m}{dt} \right\}} = \frac{t_m - t_m}{t_m - t,}$$

welcher Ausdruck lehrt, dass in der That der Einfluss der Planetenaberration auf die Bestimmung von  $M$  verschwindet, sobald man sich auf die Glieder erster Ordnung beschränkt.

Die Zwischenzeit  $(t_m - t,)$  tritt aber in den Ausdrücken für  $\tau$  und  $A$  (vergl. 16) pag. 294) auf und in diesen werden die Glieder erster Ordnung hervortreten: man hätte zu setzen:

$$t_m - t, - a(q_m - q,) = t_m - t, - a(M - 1)q, = (t_m - t,) \left\{ 1 - \frac{a}{t_m - t,} (M - 1)q, \right\};$$

der briggische Logarithmus von  $(t_m - t_i)$  ist demnach um den Betrag:

$$a \text{ Mod. } \frac{(M-1)}{(t_m - t_i)} q_i,$$

zu vermindern. Drückt man, wie dies gewöhnlich geschieht,  $(t_m - t_i)$  in Einheiten des mittleren Sonnentages aus, so wird der constante Logarithmus von  $a \text{ Mod.}$  den Werth:

$$7.39907 - 10,$$

annehmen. Wird daher der in einem speciellen Falle constante Factor durch:

$$\left. \begin{aligned} x &= (a \text{ Mod.}) \frac{M-1}{t_m - t_i} \\ \log a \text{ Mod.} &= 7.39907 - 10, \end{aligned} \right\} 28)$$

bezeichnet, so hat man in dem Formelsysteme 17) (pag. 294) statt  $\log \tau$  und  $\log A$  anzuwenden:

$$\log \tau - xq_i, \quad \text{und:} \quad \log A + xq_i; \quad 29)$$

zur Berechnung dieser Beträge kann man sich des Werthes:  $q_i = \Gamma \operatorname{tg} \vartheta + \frac{g}{h} \cos \varphi$  (vergl. 27) pag. 296) bedienen, wenn man den Logarithmus um den Betrag:

$$d \log q_i = - \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma}{h \sin \vartheta} \frac{10^{\tau_1}}{q_i} dx_1, \quad 30)$$

corrigirt, wobei  $dx_1$  die an den Werth von  $x_1$  angebrachte Verbesserung darstellt. Man wird die Berechnung dieser Correction zweckmässig an die Bestimmung des Factors  $n$  (vergl. 26) pag. 295) anschliessen und, weil sie wegen des kleinen Factors  $x$  nie sehr bedeutend ist, meist schon nach dem ersten Versuche so genau finden, dass eine weitere Verbesserung überflüssig wird.

Ist der heliocentrische Bogen, den der Komet zwischen der ersten und dritten Beobachtung beschrieben hat, sehr gross, so kann der Werth von  $\eta$  die Grenzen der  $\mu$ -Tafel VII überschreiten; dann wird der pag. 293 beschriebene Rechnungsmechanismus nicht anwendbar. Bei ersten Bahnbestimmungen wird übrigens von der gleich zu erwähnenden Abänderung niemals Gebrauch gemacht werden, da bei sehr grossen heliocentrischen Bogen für die Verhältnisse der Dreiecksflächen durch die Zwischenzeiten keine hinreichende Annäherung erreicht werden kann, also für den in Betracht gezogenen Fall vorausgesetzt werden muss, dass bereits Näherungen für die Elemente bekannt seien. In diesem Falle wird es auch nicht nöthig sein, von der Encke'schen Transformation der Euler'schen Gleichung Gebrauch zu machen; man wird im Falle bekannter Elemente mit einem Näherungswerthe der geocentrischen Distanz  $q$ , nach den Formeln:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \theta_i &= \frac{q_i - R \cos \psi_i}{R \sin \psi_i} & r_i &= R \sin \psi_i \sec \theta_i, \\ \operatorname{tg} \theta_m &= \frac{Mq_i - R_m \cos \psi_m}{R_m \sin \psi_m} & r_m &= R_m \sin \psi_m \sec \theta_m, \\ \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{q_i - \frac{g}{h} \cos \varphi}{\frac{g}{h} \sin \varphi} & s &= g \sin \varphi \sec \vartheta, \end{aligned}$$

die Radienvectoren und die Sehne berechnen und durch Einsetzen in die Euler'sche Gleichung (vergl. Gleichung 5) pag. 77) erkennen, ob der Bedingung.

$$6k(t_m - t_i) = (r_i + r_m + s)^{3/2} \mp (r_i + r_m - s)^{3/2},$$

genügt wird; in dieser Formel hat das obere Zeichen Giltigkeit, wenn die heliocentrische Bewegung kleiner, das untere, wenn sie grösser ist als  $180^\circ$ . Der Unterschied  $\mathcal{A}$  im Logarithmus von  $6k(t_m - t_i)$  im Sinne: wahrer Werth — berechneter Werth, wird leicht auf differentiellern Wege die für  $\varphi$ , nöthige Correction finden lassen. Es ist mit Benützung der oben entwickelten differentiellen Verhältnisse (vergl. auch Band II, pag. 491):

$$\frac{1}{N} = (r_i + r_m + s)^{1/2} (\sin \theta_i + M \sin \theta_m + h \sin \vartheta) \mp \\ \mp (r_i + r_m - s)^{1/2} (\sin \theta_i + M \sin \theta_m - h \sin \vartheta),$$

in welcher Formel wieder das obere Zeichen für heliocentrische Bewegungen gilt, die kleiner, das untere für solche, die grösser als  $180^\circ$  sind; die Correction von  $\varphi$ , ist dann bestimmt durch:

$$d\varphi = \frac{4k}{\text{Mod.}} (t_m - t_i) N \mathcal{A} \quad , \quad \log \frac{4k}{\text{Mod.}} = 9.1999.$$

Man wird übrigens selten Veranlassung haben, das eben auseinandergesetzte Verfahren zur Auflösung der Euler'schen Gleichung zu verwenden, da die in dem vorliegenden Werke enthaltene  $\mu$ -Tafel bis zum Argumente  $\eta = 0.8$  vorschreitet.

Sind die früher beschriebenen Versuche beendet und  $\varphi$ ,  $\varphi_m$  (vergl. 27) pag. 296) ermittelt, so werden in den folgenden Rechnungen  $t$ , und  $t_m$  beziehungsweise um die Beträge:

$$-(7.76128 - 10) \varphi, \text{ und } -(7.76128 - 10) \varphi_m, \quad 31)$$

welche in Einheiten des mittleren Sonnentages angesetzt und in welchen die Coefficienten logarithmisch zu verstehen sind, zu verbessern sein, falls nicht die Aberration schon anderweitig berücksichtigt worden ist. Aus  $\varphi$ , und  $\varphi_m$  leitet man mit Hilfe der Formel 4) (pag. 21) die Radienvectoren  $r_i$ ,  $r_m$ , die heliocentrischen Längen  $l_i$ ,  $l_m$  und die heliocentrischen Breiten  $b_i$ ,  $b_m$  ab, für deren Richtigkeit als Prüfung gilt, dass die gefundenen Werthe von  $r_i$ ,  $r_m$  mit den im letzten Versuche ermittelten Werthen innerhalb der Unsicherheit der Rechnung stimmen müssen. Aus diesen Grössen findet man nach 1) (pag. 102) den Knoten  $\Omega$  und die Neigung  $i$ , nach 3) (pag. 102) die Argumente der Breite  $u$ , und  $u_m$ , wobei man die Prüfungsgleichung 7) (pag. 103) verwenden wird. Hierauf bestimmt man nach 42) (pag. 109)  $v$ , und  $q$ , nach 41) (pag. 109) die Perihelzeit, für welche sich zwei Werthe ergeben, die innerhalb der Unsicherheit der Rechnung übereinstimmen müssen; hat man bei den Versuchen auf die Planetenaberration Rücksicht genommen, so sind für  $t$ , und  $t_m$  die nach 31) (pag. 298) bestimmten Werthe in Rechnung zu ziehen.

Zur Prüfung der Beobachtungen und der erlangten Elemente wird man die Darstellung der mittleren Beobachtung unter Benützung der Relationen 7) (pag. 22) berechnen und daraus  $\lambda''^0$  und  $\beta''^0$  ableiten; hierbei wird, falls die Planetenaberration

bei den Versuchen berücksichtigt wurde, zur Ermittlung der wahren Anomalie  $v$ , statt der Zeit  $t$ , der Werth:

$$t_n - (7.76128 - 10) q_n,$$

anzuwenden und für den unbekannten Werth von  $q$ , mit einer bei ersten Bahnbestimmungen hinreichenden Näherung:

$$q_n = q \left\{ 1 + (M - 1) \frac{t_n - t_1}{t_n - t_1} \right\}, \quad (32)$$

zu setzen sein. Mit den so erhaltenen Werthen von  $\lambda_n^0$  und  $\beta_n^0$  berechnet man (vgl. 1) pag. 282) den Ausdruck:

$$\cotg J^0 = \frac{\sin(\lambda_n^0 - L_n)}{\tg \beta_n^0};$$

stimmt dieser Werth von  $\cotg J^0$  mit dem Werthe von:

$$\cotg J = \frac{\sin(\lambda_n - L_n)}{\tg \beta_n},$$

überein, so war die Ersetzung der Verhältnisse der Dreiecksflächen durch die Zwischenzeiten hinreichend genau, im gegentheiligen Falle wird daraus geschlossen werden dürfen, dass diese Näherung einer wesentlichen Verbesserung fähig sei. Ist man aber zu der Annahme berechtigt, dass die für die Bestimmung von  $M$  eingeführten Werthe zu wenig genau sind, so wird man keineswegs die Rechnung bis zur Darstellung der mittleren Beobachtung führen, sondern gleich nach Beendigung der Versuche aus den Radienvectoren  $r$ ,  $r_m$  und der Sehne  $s$ , welche leicht aus:

$$s = \frac{r r_m}{\sqrt{r + r_m}} \quad (33)$$

zu erhalten ist, die Differenz der wahren Anomalien nach:

$$\Sigma = \frac{1}{2}(r + r_m + s),$$

$$\begin{aligned} \sin \frac{1}{2}(u_m - u_1) &= \sqrt{\frac{(\Sigma - r)(\Sigma - r_m)}{r r_m}}, \\ \text{oder:} \quad \tg \frac{1}{2}(u_m - u_1) &= \sqrt{\frac{(\Sigma - r)(\Sigma - r_m)}{\Sigma(\Sigma - s)}}, \end{aligned} \quad (34)$$

ableiten, hierauf nach den Formeln (vergl. pag. 109):

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{q}} \sin \frac{1}{2} v &= \frac{\cotg \frac{1}{2}(u_m - u_1)}{\sqrt{r}} - \frac{\operatorname{cosec} \frac{1}{2}(u_m - u_1)}{\sqrt{r_m}} \\ \frac{1}{\sqrt{q}} \cos \frac{1}{2} v &= \frac{1}{\sqrt{r}}, \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

die wahre Anomalie  $v$ , ermitteln und die Perihelzeit aus dieser, sowie zur Controle aus  $v_m = v + (u_m - u_1)$  nach:

$$T = t - M q^{3/2} = t_m - M_m q^{3/2}, \quad (36)$$

aufsuchen; aus  $T$  in Verbindung mit  $q$  lässt sich sofort für die Zeit der mittleren Beobachtung  $r$  und  $v$  bestimmen. Man erreicht somit alle Angaben, nämlich  $r$ ,  $r_m$ ,  $v$ ,  $v_m$ ,  $v_m$ , deren man bedarf, um nach den strengen Ausdrücken (vergl. 23), pag. 290) die Werthe für  $m$  und  $M$  zu berechnen, und mit Hilfe dieser den genaueren Werth für  $M$ , nämlich  $(M)$ , welcher der zweiten Annäherung zu Grunde

gelegt werden kann. Die Benützung der angegebenen Formeln zur Erreichung der weiteren Annäherungen erscheint kürzer als die sonst in Vorschlag gebrachte Methode: die für die Verbesserung von  $M$  nöthigen Zahlen durch Auflösung zweier cubischer Gleichungen zu erhalten.

Sollte die nicht genügende Genauigkeit in der Annahme über  $M$  erst bei der Darstellung des mittleren Ortes erkannt worden sein, so wird man schon im Besitze der für die Berechnung des Werthes von  $(M)$  nöthigen Angaben ( $r_1, r_n, r_m, v_1, v_n, v_m$ ) sein; man kann aber auch  $M$  willkürlich variiren, wobei eine von Carlini gemachte Bemerkung bisweilen von Nutzen ist. Man wird nämlich, ohne den genaueren Werth der Verhältnisse der Dreiecksflächen selbst zu berechnen, für die Bestimmung von  $M$  einen Werth von  $\cotg J'$  anwenden, welcher um eben so viel, aber im entgegengesetzten Sinne, von dem aus den Beobachtungen abgeleiteten Werthe  $\cotg J$  abweicht, als sich  $\cotg J^0$  von  $\cotg J$  unterscheidet, also:

$$\cotg J' = \cotg J + (\cotg J - \cotg J^0) = 2\cotg J - \cotg J^0. \quad 37)$$

Der Carlini'sche Kunstgriff erklärt sich aus der Betrachtung, dass der Unterschied  $(\cotg J - \cotg J^0)$ , welcher in Folge der für die Verhältnisse der Dreiecksflächen eingeführten Annäherungen auftritt, alle Elemente, die sich wenig von den erhaltenen unterscheiden, in demselben Masse ändern wird; setzt man daher  $\cotg J'$  in die Rechnung ein, so wird der durch die Elemente erhaltene Endwerth sehr nahe:

$$\cotg J' + (\cotg J^0 - \cotg J) = \cotg J,$$

sein, und der mittlere aus den Elementen gerechnete Kometenort der gestellten Forderung, dass derselbe in dem gewählten grössten Kreise liege, genügen.

Hat man den Werth von  $M$  nach einer der angeführten Methoden variirt, so wird die Bestimmung der Elemente und die aus denselben resultirende Darstellung des mittleren Ortes nochmals vorgenommen und so in empirischer Weise der Differentialquotient zwischen einer Änderung von  $M$  und den geocentrischen Coordinaten  $\lambda_n$  und  $\beta_n$  erhalten. Bezeichnet man den Werth von  $M$ , welcher der ersten Annahme zu Grunde gelegt war, mit  $M_0$  und die Fehler, welche das hieraus abgeleitete Elementensystem in der mittleren Beobachtung zurückliess, im Sinne: Beobachtung-Rechnung, mit  $d\lambda_n$  und  $d\beta_n$ , den zweiten Werth von  $M$  mit  $M_1$  und die analogen Fehler mit  $\Delta\lambda_n$  und  $\Delta\beta_n$ , so bestehen für die Bestimmung des wahren Werthes von  $M = M_0 + (M_1 - M_0)x$ , alle Änderungen als linear vorausgesetzt, die Bedingungsgleichungen:

$$\begin{aligned} d\lambda_n &= (d\lambda_n - \Delta\lambda_n)x \\ d\beta_n &= (d\beta_n - \Delta\beta_n)x, \end{aligned} \quad 38)$$

wobei  $x$  offenbar in Einheiten der Differenz  $M_1 - M_0$  angesetzt erscheint. Beiden Bedingungsgleichungen wird man im Allgemeinen nicht gleichzeitig genügen können, da für die Bestimmung einer Unbekannten zwei Gleichungen vorliegen, deren Grundlagen den Beobachtungen entnommen werden müssen. Weil die Fehler in

Länge durch die Multiplication mit  $\cos \beta_n$  auf den grössten Kreis reducirt werden, so gibt die Methode der kleinsten Quadrate zur Bestimmung des wahrscheinlichsten Werthes von  $x$  und  $M$  die Relationen:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{d\lambda_n(d\lambda_n - \Delta\lambda_n) \cos \beta_n^2 + d\beta_n(d\beta_n - \Delta\beta_n)}{(d\lambda_n - \Delta\lambda_n)^2 \cos \beta_n^2 + (d\beta_n - \Delta\beta_n)^2} \\ M &= M_0 + (M_1 - M_0)x; \end{aligned} \right\} \quad 39)$$

der so erhaltene Werth von  $M$  wird in der mittleren Beobachtung die Fehler:

$$\left. \begin{aligned} d\lambda_n - (d\lambda_n - \Delta\lambda_n)x \text{ in Länge} \\ d\beta_n - (d\beta_n - \Delta\beta_n)x \text{ in Breite,} \end{aligned} \right\} \quad 40)$$

übrig lassen, so lange die auftretenden Änderungen als differentieller Natur bezeichnet werden dürfen. Um nun die dem neuen Werthe von  $M$  entsprechenden Elemente zu erhalten, kann man entweder, was das empfehlenswerthe ist, aus demselben nach den angeführten Methoden die Elemente ableiten, oder man interpolirt das neue System nach den vorhandenen Werthen mittelst der Formel:

$$E = E_0 + (E_1 - E_0)x, \quad 41)$$

wobei  $E_0$  und  $E_1$  die zu  $M_0$  und  $M_1$  gehörenden Elementensysteme vorstellen. Das letztere, an sich kürzere Verfahren wird aber, wenn die Zwischenzeiten, wie dies hier vorausgesetzt ist, klein sind, nicht mit Sicherheit zum Ziele führen, da kleine Änderungen von  $M$  [vergl. die Ausdrücke 5) pag. 279) und 10) pag. 280] grosse Änderungen in den Elementen bedingen, also für die letzteren das lineare Verhältniss nicht mit ausreichender Genauigkeit vorausgesetzt werden kann.

Ist die in  $M$  erforderliche Änderung gering, so wird die Neurechnung der Hilfsgrössen und die Auflösung der Euler'schen Gleichung umgangen werden können, indem man die durch die Variation von  $M$  in der geocentrischen Distanz  $\varrho$ , bedingte Änderung auf differentiellem Wege ermittelt und mit dem so erhaltenen Werthe von  $\varrho$ , die Berechnung der Elemente und die Darstellung des mittleren Ortes durchführt. Das differentielle Verhältniss aber zur Bestimmung der Verbesserung der Elemente zu verwerthen, wird sich im Allgemeinen nicht empfehlen, denn die Änderungen von  $\varrho$ , werden nach den oben gemachten Auseinandersetzungen verhältnissmässig gross, weil der Differentialquotient  $d\varrho : dM$  die Zwischenzeit als Factor im Nenner enthält. Es können daher die in den differentiellen Verhältnissen vernachlässigten Glieder zweiter Ordnung in  $d\varrho$ , und in den auf differentiellem Wege ermittelten Elementen leicht hervortreten, die dadurch in  $\varrho$ , begangenen Fehler aber werden bei kleinen Zwischenzeiten die Darstellung der Orte, auf die es schliesslich ankommt, nicht so nachtheilig beeinflussen, da dieselben durch die Projection auf die Himmelskugel in  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  völlig, in  $\varrho_n$  nahezu verschwinden; dies würde nicht mehr der Fall sein, wenn man in linearer Weise die durch  $d\varrho$ , bedingten Incremente der Elemente bestimmen wollte. In der Euler'schen Gleichung:

$$6k(t_m - t_i) = (r_i + r_m + s)^{3/2} - (r_i + r_m - s)^{3/2},$$

sind  $r$ ,  $r_m$  und  $s$  jene Werthe, welche derselben für die ursprüngliche Annahme von  $M$  genügen; die durch das Increment von  $M$  bedingten Änderungen in diesen drei Orten seien dargestellt durch  $dr$ ,  $dr_m$  und  $ds$ ; da dieselben ebenfalls der Eulerschen Gleichung genügen müssen, so wird man, wenn die Änderungen als differentieller Natur gelten, setzen dürfen:

$$0 = (r + r_m + s)^{1/2} d(r + r_m + s) - (r + r_m - s)^{1/2} d(r + r_m - s). \quad 42)$$

Die Differentiation der folgenden Ausdrücke (vergl. pag. 291) und 10) pag. 292):

$$\begin{aligned} r^2 &= (\varrho - R \cos \psi)^2 + R^2 \sin^2 \psi, \\ r_m^2 &= (M\varrho - R_m \cos \psi_m)^2 + R_m^2 \sin^2 \psi_m, \\ s^2 &= (h\varrho - g \cos \varphi)^2 + g^2 \sin^2 \varphi, \end{aligned}$$

ergibt mit Rücksicht auf die früher (vergl. 4) und 5) pag. 291) benützten Hilfswinkel  $\theta$ ,  $\theta_m$  und  $\vartheta$ :

$$\left. \begin{aligned} dr &= \sin \theta d\varrho, \\ dr_m &= M \sin \theta_m d\varrho + \varrho \sin \theta_m dM \\ ds &= h \sin \vartheta d\varrho + \frac{1}{s} \left\{ \varrho^2 \frac{1}{2} \frac{d(h^2)}{dM} - \varrho g \frac{d(h \cos \varphi)}{dM} \right\} dM. \end{aligned} \right\} \quad 43)$$

Nun ist aber nach 7) (pag. 292):

$$\cos \varphi = \cos \zeta \cos (G - H) = \cos \zeta \cos (H - G),$$

und weiter nach der ersten Gleichung in 9) (pag. 292), wenn man die Längen nicht wie dort vom Punkte  $\lambda_m$  sondern von  $G$  zählt:

$$h \cos \zeta \cos (H - G) = M \cos \beta_m \cos (\lambda_m - G) - \cos \beta \cos (\lambda - G);$$

daher wird:

$$\frac{d(h \cos \varphi)}{dM} = \cos \beta_m \cos (\lambda_m - G). \quad 44)$$

Quadrirt und addirt man die Gleichungen 9) (pag. 292), so ergibt sich:

$$h^2 = 1 + M^2 - 2M [\cos \beta \cos \beta_m \cos (\lambda_m - \lambda) + \sin \beta \sin \beta_m],$$

daher:

$$\frac{1}{2} \frac{d(h^2)}{dM} = M - [\cos \beta \cos \beta_m \cos (\lambda_m - \lambda) + \sin \beta \sin \beta_m].$$

Die Berechnung dieses Ausdruckes kann aber bequemer gestaltet werden. Multiplicirt man nämlich die erste Gleichung in 9) (pag. 292) mit  $\cos \beta_m$ , die dritte mit  $\sin \beta_m$  und addirt diese Producte, so werden die rechter Hand vom Gleichheitszeichen stehenden Ausdrücke identisch mit den oben entwickelten, man kann also setzen:

$$\frac{1}{2} \frac{d(h^2)}{dM} = h \cos \zeta \cos (H - \lambda_m) \cos \beta_m + h \sin \zeta \sin \beta_m,$$

und es ist sonach:

$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{\varrho}{s} \{g \cos \beta_m \cos (G - \lambda_m) - \varrho [h \cos \zeta \cos (H - \lambda_m) \cos \beta_m + h \sin \zeta \sin \beta_m]\} \\ ds &= h \sin \vartheta d\varrho - P dM. \end{aligned} \right\} \quad 45)$$



Substituirt man diese und die aus den beiden ersten Gleichungen in 43) enthaltenen Werthe von  $dr$ ,  $dr_m$  und  $ds$  in 42), so findet sich:

$$[(r + r_m + s)^{1/2} \{\sin \theta + M \sin \theta_m + h \sin \vartheta\} - (r + r_m - s)^{1/2} \{\sin \theta + M \sin \theta_m - h \sin \vartheta\}] d\varrho = [(r + r_m + s)^{1/2} \{P - \varrho \sin \theta_m\} + (r + r_m - s)^{1/2} \{P + \varrho \sin \theta_m\}] dM.$$

Dividirt man beiderseits mit  $(r + r_m)^{1/2}$  und benützt den mehrfach (vergl. 6) pag. 77 und pag. 295) gebrauchten Hilfswinkel  $\gamma$ , der im vorliegenden Falle stets im ersten Quadranten anzunehmen ist, so erhält man schliesslich nach:

$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{\varrho}{s} \{g \cos \beta_m \cos (G - \lambda_m) - \varrho [h \cos \zeta \cos (H - \lambda_m) \cos \beta_m + h \sin \zeta \sin \beta_m]\} \\ \sin \gamma &= \eta \mu \\ d\varrho &= \frac{P - \varrho \sin \theta_m \operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma}{h \sin \vartheta + (\sin \theta + M \sin \theta_m) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma} dM, \end{aligned} \right\} 46)$$

den verlangten Differentialquotienten. Wollte man statt  $dM$  sofort  $d \log M$  in die Rechnung einführen, so hätte man zu setzen:

$$dM = \frac{M}{\operatorname{Mod.}} d \log M. \quad 47)$$

Man erhält durch diese Formeln, wenn die Änderungen von  $d \log M$  mässige sind, in hinreichender Annäherung jene Correction, welche man an den dem ursprünglichen Werthe von  $M$  entsprechenden Werth von  $\varrho$ , anzubringen hat, um dem verbesserten von  $M$  zu genügen. Sodann rechnet man  $\varrho_m + d\varrho_m$  nach:

$$\varrho_m + d\varrho_m = (M + dM) (\varrho + d\varrho);$$

aus den beiden Werthen  $\varrho + d\varrho$  und  $\varrho_m + d\varrho_m$  werden die Elemente abgeleitet.

Hat man nach einer der vorstehend entwickelten Verfahrungsweisen sich dem wahren Werthe von  $M$  hinreichend genähert und die Elemente bestimmt, so wird eine ungenügende Darstellung des mittleren Ortes, wofern zu deren Erklärung keine Beobachtungs- oder Rechen-Fehler herangezogen werden können, den Schluss erlauben, dass die parabolische Hypothese in dem vorliegenden Falle nicht ausreicht, und man wird dann die Elemente ohne bestimmte Voraussetzung über die Excentricität nach der Methode des zweiten Abschnittes aufzusuchen haben.

Die für die Berechnung erster Bahnelemente nach Olbers' Methode nöthigen Formeln haben am Schlusse dieses Bandes Aufnahme gefunden.

*β. Der grösste Kreis hat die für die Genauigkeit der Bahnbestimmung günstigste Lage.*

Hat das oben (vergl. 18) pag. 287) angeführte Kriterium gezeigt, dass man Olbers' Wahl des grössten Kreises nicht folgen dürfe, so wird man die Bestimmung der geocentrischen Distanzen in anderer, wesentlich schwierigerer Weise vornehmen müssen. Es soll nun näher auf die Transformationen eingegangen werden, welche die Rechnung nach dieser Methode erleichtern.

Die Bestimmung von  $r$ , und  $r_m$  kann nach den Gleichungen 2) und 3) pag. 291) erfolgen und man erhält hierfür aus  $q$ , und  $q_m$  ähnliche Formeln wie in 4) und 5) (pag. 291) und zwar:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \theta &= \frac{q - R \cos \psi}{R \sin \psi}, & \operatorname{tg} \theta_m &= \frac{q_m - R_m \cos \psi_m}{R_m \sin \psi_m} \\ r &= R \sin \psi \sec \theta, & r_m &= R_m \sin \psi_m \sec \theta_m \\ &= (q - R \cos \psi) \operatorname{cosec} \theta, & &= (q_m - R_m \cos \psi_m) \operatorname{cosec} \theta_m. \end{aligned} \right\} 1)$$

Die Bestimmung von  $g$  und  $G$  kann nach den Formeln 11) (pag. 292) vorgenommen werden, diejenige der Hilfsgrößen  $h$ ,  $\zeta$  und  $H$  aber bedarf einer wesentlichen Modification. Man wird setzen:

$$\left. \begin{aligned} \xi_m - \xi &= q_m \cos \lambda_m \cos \beta_m - q \cos \lambda \cos \beta = q h \cos \zeta \cos H + m \cos \lambda_m \cos \beta_m \\ \eta_m - \eta &= q_m \sin \lambda_m \cos \beta_m - q \sin \lambda \cos \beta = q h \cos \zeta \sin H + m \sin \lambda_m \cos \beta_m \\ \zeta_m - \zeta &= q_m \sin \beta_m - q \sin \beta = q h \sin \zeta + m \sin \beta_m \end{aligned} \right\} 2)$$

in welchen Ausdrücken die Grösse  $m$  auftritt, welche, weil im Verlauf der Versuche variabel, nicht mit den constanten Gliedern vereinigt werden kann. Mit Rücksicht auf 2) lässt sich die Relation für die Sehne  $s$  darstellen durch:

$$s^2 = q^2 h^2 + g^2 - 2 g h q \cos \zeta \cos (G - H) + 2 m h q \{ \cos \beta_m \cos \zeta \cos (H - \lambda_m) + \sin \beta_m \sin \zeta \} - 2 m g \cos \beta_m \cos (G - \lambda_m) + m^2. \quad 3)$$

Schreibt man abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} \cos \varphi &= \cos \zeta \cos (G - H) \\ \nu &= \cos \beta_m \cos \zeta \cos (H - \lambda_m) + \sin \beta_m \sin \zeta \\ \xi &= 2 g \{ \nu \cos \varphi - \cos \beta_m \cos (G - \lambda_m) \} \\ \gamma_1 &= \frac{g}{h} \cos \varphi & A &= g \sin \varphi \\ \gamma_2 &= - \frac{\nu}{h} & \Phi &= \frac{\xi}{A^2} \\ \psi &= \frac{1 - \nu^2}{\xi} \end{aligned} \right\} 4)$$

welche Grössen in einem gegebenen Falle Constanten sind, so wird man statt 3) schreiben dürfen:

$$s^2 = h^2 \{ q - \gamma_1 - \gamma_2 m \}^2 + A^2 \{ 1 + m \Phi (1 + m \psi) \}. \quad 5)$$

Wird weiter:

$$\chi = m \Phi (1 + m \psi), \quad 6)$$

gesetzt, wobei  $\chi$  von Versuch zu Versuch variabel ist, und beachtet, dass  $1 + \chi$  wohl stets positiv ist, so wird:

$$\left. \begin{aligned} \cos \vartheta &= \frac{A}{s} \sqrt{1 + \chi} \\ q &= \frac{s}{h} \sin \vartheta + \gamma_1 + \gamma_2 m, \end{aligned} \right\} 7a)$$

angenommen werden dürfen;  $\sin \vartheta$  muss stets den positiven Werth erhalten. Sollte  $1 + \chi$  negativ werden, was wohl kaum vorkommen dürfte, so hat man zu schreiben:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \vartheta' &= \frac{A}{s} \sqrt{1 - \chi} \\ q &= \frac{s}{h \cos \vartheta'} + \gamma_1 + \gamma_2 m. \end{aligned} \right\} 7b)$$

Setzt man zu diesen Transformationsresultaten auch jene Relationen (vergl. 20) pag. 289) hinzu, deren man zur Berechnung der Grösse  $m$  bedarf, so ergibt sich für die zur Durchführung eines Versuches nothwendigen Formeln folgende Zusammenstellung:

$$\left. \begin{aligned}
 \eta &= \frac{2k(t_m - t_i)}{(r_i + r_m)^{\frac{3}{2}}} & \eta \text{ als Arg. für } \mu \text{ nach Tafel VII.} \\
 s &= \frac{2k(t_m - t_i)\mu}{\sqrt{r_i + r_m}} & m = C + \frac{F}{(r_i + r_m)^3} \\
 \chi &= m \Phi\{1 + m\Psi\} & \cos \vartheta = \frac{A}{s} \sqrt{1 + \chi^*} \\
 \varrho_i &= \frac{s}{h} \sin \vartheta + \gamma_1 + \gamma_2 m & \varrho_m = m + M\varrho_i \\
 \operatorname{tg} \theta_i &= \frac{\varrho_i - R_i \cos \psi_i}{R_i \sin \psi_i} & \operatorname{tg} \theta_m = \frac{\varrho_m - R_m \cos \psi_m}{R_m \sin \psi_m} \\
 r_i &= R_i \sin \psi_i \sec \theta_i & r_m = R_m \sin \psi_m \sec \theta_m.
 \end{aligned} \right\} 8)$$

Beim ersten Versuche wird man, wenn sonst keine Näherungen bekannt sind:

$$x_1 = \log(r_i + r_m)_a = \log(R_i + R_m),$$

setzen, wodurch  $m = 0$  wird und die Berechnung des Formelsystems 8) sich in etwas vereinfacht. Die Durchführung der Rechnung nach den Formeln 8) führt zu Werthen von  $r_i$  und  $r_m$ , deren Summenlogarithmus:

$$y_1 = \log(r_i + r_m)_e,$$

im Allgemeinen mit dem Anfangswerthe  $x_1$  nicht identisch gefunden wird; die auftretende Differenz wird man dazu verwenden können, durch differentielle Operationen die Verbesserung der ersten Annahme über  $x_1$  zu erlangen. Die Differentiationsresultate gestalten sich in diesem Falle etwas complicirter, als für die Olbers'sche Methode, doch werden die Endformeln immerhin so einfach, dass deren Anwendung gegenüber einer willkürlichen Variation und nachherigen Interpolation empfohlen werden kann. Man hat zunächst als Ausgangspunkt der Untersuchung, wie oben (vergl. pag. 294):

$$\left. \begin{aligned}
 x_1 + dx_1 &= y_1 + dy_1 \\
 y_1 - x_1 &= dx_1 - dy_1.
 \end{aligned} \right\} 9)$$

Die nothwendigen Differentiationen geben der Reihe nach:

$$\begin{aligned}
 dx_1 &= \operatorname{Mod.} \frac{d(r_i + r_m)_a}{10^{x_1}} & d(r_i + r_m)_a &= \frac{10^{x_1}}{\operatorname{Mod.}} dx_1 \\
 dy_1 &= \operatorname{Mod.} \frac{d(r_i + r_m)_e}{10^{y_1}} & d(r_i + r_m)_e &= \frac{10^{y_1}}{\operatorname{Mod.}} dy_1 \\
 \sin \gamma &= \eta \mu \\
 ds &= -\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma \frac{10^{x_1}}{\operatorname{Mod.}} dx_1 & dm &= -\frac{3F}{(r_i + r_m)^4_a} \frac{10^{x_1}}{\operatorname{Mod.}} dx_1 \\
 d\varrho_i &= +\frac{s}{h} \cos \vartheta d\vartheta + \frac{\sin \vartheta}{h} ds + \gamma_2 dm \\
 d\vartheta &= +\cotg \vartheta \frac{ds}{s} - \frac{1}{2} \frac{\cotg \vartheta}{1 + \chi} d\chi & d\chi &= \Phi(1 + 2m\Psi) dm \\
 d\varrho_i &= (\cos \vartheta \cotg \vartheta + \sin \vartheta) \frac{ds}{h} - \frac{s \cos \vartheta \cotg \vartheta}{h \cdot 2(1 + \chi)} \Phi(1 + 2m\Psi) dm + \gamma_2 dm \\
 &= \frac{ds}{h \sin \vartheta} - \frac{dm}{h} \left\{ \frac{s \cos \vartheta \cotg \vartheta}{2(1 + \chi)} \Phi(1 + 2m\Psi) + \nu \right\}.
 \end{aligned}$$

\*) Wenn  $1 + \chi$  negativ werden sollte, hat man die Formeln 7b) zu benutzen.

Setzt man daher:

$$Q = \frac{1}{h} \left[ \frac{\lg \frac{1}{2} \gamma}{\sin \vartheta} - \frac{3 F}{(r, + r_m)^4 a} \left\{ \frac{\xi(1 + 2 m F)}{2 s \sin \vartheta} + \nu \right\} \right], \quad 10)$$

so wird:

$$d\varrho, = - Q \frac{10^{x_1}}{\text{Mod.}} dx_1,$$

und andererseits mit Rücksicht auf:  $dr, = \sin \theta, d\varrho,$ ,  $dr_m = \sin \theta_m d\varrho_m$ ,  $d\varrho_m = dm + M d\varrho$ :

$$d(r, + r_m)_e = \frac{10^{y_1}}{\text{Mod.}} dy_1 = (\sin \theta, + M \sin \theta_m) d\varrho, - \sin \theta_m \frac{3 F}{(r, + r_m)^4 a} \frac{10^{x_1}}{\text{Mod.}} dx_1.$$

Führt man in diese Gleichung den zuletzt erhaltenen Werth von  $d\varrho,$  ein und macht von der zweiten Gleichung in 9) Gebrauch, so ist der verbesserte Werth  $x_2$  zu berechnen nach:

$$\left. \begin{aligned} P &= \left\{ (\sin \theta, + M \sin \theta_m) Q + \sin \theta_m \frac{3 F}{(r, + r_m)^4 a} \right\} \\ n_1 &= 1 + P \frac{10^{x_1}}{10^{y_1}} \quad \log \frac{10^{x_1}}{10^{y_1}} = x_1 - y_1 \\ x_2 &= x_1 + \frac{y_1 - x_1}{n_1} \end{aligned} \right\} \quad 11)$$

In den Formeln 10) und 11) stellt der Factor:

$$\frac{3 F}{(r, + r_m)^4 a} \frac{10^{x_1}}{\text{Mod.}} dx_1,$$

die Änderung von  $m$  mit verkehrtem Zeichen vor; da nun der Endwerth  $(r, + r_m)_e$  dem wahren Werth in der Regel wesentlich näher sein wird als der Anfangswerth, so wird man die zweiten Differenzwerthe der Hauptsache nach berücksichtigen, wenn man schreibt:

$$\frac{3 F}{(r, + r_m)^2 a} \cdot \frac{10^{\frac{1}{2} x_1} \cdot 10^{\frac{1}{2} y_1}}{(r, + r_m)^2 e} \cdot \frac{dx_1}{\text{Mod.}} = \frac{3 F}{(r, + r_m)^2 a (r, + r_m)^2 e} \cdot \frac{10^{\frac{1}{2} y_1}}{10^{\frac{1}{2} x_1}} \cdot \frac{10^{x_1} dx_1}{\text{Mod.}}.$$

Man wird daher in den meisten Fällen gut thun, in 10) und 11) statt  $\frac{3 F}{(r, + r_m)^4 a}$  zu setzen:

$$\frac{3 F}{(r, + r_m)^2 a (r, + r_m)^2 e} \cdot \frac{10^{\frac{1}{2} y_1}}{10^{\frac{1}{2} x_1}};$$

wobei:

$$\log (10^{\frac{1}{2} y_1} - 10^{\frac{1}{2} x_1}) = \frac{1}{2} (y_1 - x_1),$$

anzunehmen ist.

Die Durchführung des Versuches mit  $x_2$  in Verbindung mit der neuen Berechnung von 10) und 11) wird meist schon den wahren Werth von  $x$  in hinreichender Annäherung finden lassen.

Will man bei der ersten Bahnbestimmung den Einfluss der Planetenaberration berücksichtigen, so wird man diese durch das folgende Verfahren mit genügender Genauigkeit in Rechnung ziehen können. Wie oben gezeigt wurde (vergl. pag. 296), wird der Einfluss auf  $M$  ein sehr geringer sein, ebenso auf  $m$ , welche Grösse selbst von der Ordnung der Zwischenzeit ist, weshalb die Berücksichtigung dieser Änderungen bei ersten Bahnbestimmungen nicht nöthig erscheint. Einen wesentlichen Einfluss nimmt die Planetenaberration auf die Grösse  $\tau = 2k(t_m - t)$ : es ist im Falle der Berücksichtigung derselben statt  $t_m$  und  $t$ , zu setzen:

$$t_m - a\varrho_m \quad t, - a\varrho,.$$

Um die Werthe von  $q$ , und  $q_m$  mit hinreichender Annäherung aus den vorausgehenden Versuchen bestimmen zu können, beachte man, dass den obigen Differentialformeln zu Folge und nach den Bemerkungen, welche zu den Relationen 11) gemacht wurden:

$$\left. \begin{aligned} dq &= Q \frac{10^x}{\text{Mod.}} \cdot \frac{x-y}{n} \\ dq_m &= M dq + \frac{3F}{(r_1 + r_m)^2 (r_1 + r_m)^2} \cdot \frac{10^x}{\text{Mod.}} \cdot \frac{x-y}{n}, \end{aligned} \right\} 12)$$

also:

$$d(t_m - t_1) = -a \{(q_m + dq_m) - (q + dq)\},$$

ist, wenn  $q_m$  und  $q$ , die Werthe der geocentrischen Distanzen des vorangehenden Versuches bezeichnen; will man sofort die Correction von  $\log \tau$  bestimmen, so ist dafür:

$$\left. \begin{aligned} d \log \tau &= -x \frac{(q_m + dq_m) - (q + dq)}{(t_m - t_1)} \\ \log x &= 7.3991 - 10. \end{aligned} \right\} 13)$$

Sind die oben beschriebenen Versuche beendet, so werden aus  $q$ , und  $q_m$  nach der bei der Olbers'schen Methode auseinandergesetzten Weise (vergl. pag. 298) die Elemente, die Darstellung des mittleren Ortes und die eventuellen Verbesserungen der Grösse  $M$  abgeleitet.

Bei der Darstellung der mittleren Beobachtung durch die Elemente wird man für die Correction der Beobachtungszeit derselben, falls die Planetenaberration noch keine Berücksichtigung gefunden hat, mit hinreichender Genauigkeit setzen dürfen: (vergl. pag. 299)

$$\left. \begin{aligned} \Delta t_m &= -a \left\{ q + (q_m - q) \frac{t_m - t_1}{t_m - t_1} \right\} \\ \log a &= 7.7613 - 10, \end{aligned} \right\} 14)$$

wodurch die Correction in Einheiten des mittleren Sonnentages erhalten wird.

Hat man aber die Berechtigung, die Näherungsannahmen über  $m$  und  $M$  für nicht hinlänglich genau zu erachten, so wird man sich nach dem oben (pag. 299) angegebenen Verfahren mit  $r_1$ ,  $r_m$  und  $s$  die nöthigen Grössen verschaffen, um wesentlich bessere Werthe für  $m$  und  $M$  zu erhalten, welche dann mit Benützung des jetzt genähert bekannten  $q$ , nach der Formel 23) (pag. 290) die Bestimmung von  $(M)$  und für die zweite Näherung die Anwendung des bequemen Formelsystemes der Olbers'schen Methode gestatten.

Die Zusammenstellung der zur Rechnung nöthigen Formeln, soweit dieselben für die ersten Annahmen über  $M$  nach der ersten Methode, oder über  $m$  und  $M$  nach der zweiten Verwendung finden, ist am Schlusse des vorliegenden Bandes im Anhang aufgenommen: über die eventuellen Verbesserung dieser ersten Annahmen enthalten die Rechnungsbeispiele des sechsten Kapitels (pag. 310 ff.) die nöthigen Hinweise und Auseinandersetzungen.

## 5. Über die mehrfachen Lösungen des Problems.

Die Entwicklung der in dem vorhergehenden Kapitel benützten Gleichungen würde auf Gleichungen sehr hohen Grades führen; diese Bemerkung weist sofort darauf hin, dass mehrfache Lösungen des Problems vorhanden sind. Um die diesbezügliche Untersuchung möglichst zu erleichtern, sollen in den betreffenden Gleichungen jene Vereinfachungen eingeführt werden, die zulässig sind, solange das Product: Quadrat der mit der Constante des Sonnensystems multiplicirten Zwischenzeit in die negative dritte Potenz des Radiusvectors, eine mässige Grösse bleibt. Für den aus der Euler'schen Gleichung resultirenden Werth der Sehne soll:

$$s = \frac{2k(t_m - t_1)}{\sqrt{2r_n}},$$

gesetzt werden; es ist sonach  $2r_n$  mit  $r_1 + r_m$ , und  $\mu$  mit der Einheit identificirt. Bezeichnet man mit  $\psi_n$  den scheinbaren Abstand des Kometen von der Sonne zur Zeit der zweiten Beobachtung, so kann die Lösung des Problems als in den Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} r_n^2 &= (\varrho_n - R_n \cos \psi_n)^2 + R_n^2 \sin^2 \psi_n \\ s^2 &= (h\varrho_n - g \cos \varphi)^2 + g^2 \sin^2 \varphi \\ &= \frac{2k^2(t_m - t_1)^2}{r_n} \end{aligned} \right\} \quad 1)$$

enthalten gedacht werden. Erwägt man, dass  $g$  die Sehne zwischen dem ersten und dritten Sonnenorte darstellt, so kann für dieselbe nach dem Ausdrucke auf pag. 50 auch:

$$g = k(t_m - t_1) \sqrt{\frac{2}{R_n} - 1},$$

gesetzt werden; nun ist aber bis auf Grössen zweiter Ordnung der Excentricität:

$$\sqrt{\frac{2}{R_n} - 1} = \frac{1}{R_n},$$

somit auch:

$$s^2 = \frac{2g^2 R_n^2}{r_n}$$

oder:

$$h^2 \varrho_n^2 - 2gh \cos \varphi \varrho_n + g^2 = \frac{2g^2 R_n^2}{\sqrt{\varrho_n^2 - 2R_n \cos \psi_n \varrho_n + R_n^2}}, \quad 2)$$

welcher Ausdruck nach  $\varrho_n$  entwickelt, auf eine Gleichung sechsten Grades führt. Dieser kann aber noch eine etwas einfachere Gestalt gegeben werden: setzt man nämlich:

$$x = \frac{\varrho_n}{R_n}, \quad \alpha^2 = R_n^2 \frac{h^2}{g^2}, \quad 3)$$

so wird:

$$\alpha^2 x^2 - 2 \cos \varphi \alpha x + 1 = \frac{2 R_n}{\sqrt{x^2 - 2 \cos \psi_n x + 1}}, \quad 4)$$

welcher Gleichung im Allgemeinen sechs Wurzeln zukommen, von denen zwei stets imaginär werden. Differentiirt man nämlich die Gleichung sechsten Grades in der Form:

$$(\alpha^2 x^2 - 2 \cos \varphi \alpha x + 1)^2 (x^2 - 2 \cos \psi_n x + 1) = 4 R_n^2 \quad 5$$

nach  $x$  und setzt den Differentialquotienten der Null gleich, so kann man beiderseits durch den Factor  $(\alpha^2 x^2 - 2 \cos \varphi \alpha x + 1)$ , welcher, so lange  $x$  reell ist, niemals Null werden kann, dividiren und erhält eine Gleichung dritten Grades. Fasst man das die Gleichung sechsten Grades darstellende Polynom als Curve auf, indem man  $x$  als Abscisse, den Werth des Polynoms als Ordinate betrachtet, so wird dieselbe im ganzen zwei Minima und ein Maximum haben; wegen des positiven Factors des Coëfficienten wird für  $x = \pm \infty$  die Ordinate stets  $+\infty$ , es sind daher nur vier reelle Wurzeln möglich, doch können selbst von diesen zwei imaginär werden. Das von  $x$  freie Glied der Gleichung wird stets negativ sein, woraus man den Schluss ziehen kann, dass die sechs Wurzeln der Gleichung in Bezug auf das Vorzeichen folgendermassen vertheilt sein werden:

|           | 1. Fall  | 2. Fall  | 3. Fall   |
|-----------|----------|----------|-----------|
| 1. Wurzel | positiv  | positiv  | positiv   |
| 2. „      | positiv  | negativ  | negativ   |
| 3. „      | positiv  | negativ  | imaginär  |
| 4. „      | negativ  | negativ  | imaginär  |
| 5. „      | imaginär | imaginär | imaginär  |
| 6. „      | imaginär | imaginär | imaginär. |

Da  $x$  dem Wesen nach mit der geocentrischen Distanz nahezu identisch ist, jedenfalls aber mit derselben das gleiche Vorzeichen hat, und negative Distanzen der Beobachtung widersprechen, so wird in den letzten zwei Fällen nur eine brauchbare Lösung der Gleichung möglich; der erste Fall aber bietet drei brauchbare Lösungen dar. Nur zwei positive Wurzeln können daher, wiewohl dies behauptet wurde, niemals eintreten: ist mehr als eine positive Lösung möglich, so sind stets deren drei vorhanden; in der überwiegenden Anzahl des Vorkommens dieser Gleichung wird man aber nur den dritten Fall als vorhanden annehmen dürfen, indem es einer ganz besonderen Combination von Umständen bedarf, um der Gleichung 5) vier reelle Wurzeln zu ertheilen, es muss nämlich  $\alpha \sin \psi$ , im Verhältnis zu  $\alpha \cos \psi$ , —  $\cos \varphi$  sehr klein werden, wenn dieser Fall eintreten soll und ausserdem sind mehrfache Beschränkungen vorhanden. Wären in einem vorgelegten Falle thatsächlich drei positive Wurzeln für  $x$  vorhanden, so wird übrigens, wenn nicht zwei derselben einander sehr nahe liegen, die Darstellung des mittleren Ortes meist die Entscheidung bringen, welche Wurzel die wahre ist. Aus leicht begreiflichen Gründen ist es mir nicht gelungen, einen solchen Fall für einen wirklich beobachteten Kometen aufzufinden. weshalb die folgenden drei Beobachtungen fingirt wurden. Als Grundlagen der Rechnung wurden angenommen:

| $t$              | $\lambda$      | $\beta$        | $L$            | $\log R$ |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------|
| 1883 Octob. 18.5 | 212° 54' 17" 8 | + 6° 36' 31" 1 | 205° 13' 28" 2 | 9.998087 |
| „ 19.5           | 210 20 6.0     | + 7 5 14.6     | 206 13 7.0     | 9.997968 |
| .. 20.5          | 207 30 3.9     | + 6 59 30.1    | 207 12 48.0    | 9.997849 |

und daraus findet sich:

|                   |               |                     |            |
|-------------------|---------------|---------------------|------------|
| $\log M$          | 0.010 300     |                     |            |
| $G$               | 297° 7' 31" 8 | $\log \sin \psi$    | 9.244 770  |
| $\log g$          | 8.538 477     | $\log \cos \psi$    | 9.993 191  |
| $H$               | 133° 51' 5" 2 | $\log \sin \psi_m$  | 9.085 746  |
| $\log \cos \zeta$ | 9.997 922     | $\log \cos \psi_m$  | 9.996 752  |
| $\log \sin \zeta$ | 8.989 413     | $\log \sin \varphi$ | 9.480 855  |
| $\log h$          | 8.991 050     | $\log \cos \varphi$ | 9.979 148. |

Die Versuche ergeben als die drei brauchbaren Wurzeln:

|                   | 1. Wurzel   | 2. Wurzel   | 3. Wurzel    |
|-------------------|-------------|-------------|--------------|
| $\log (r, + r_m)$ | 0.193 065   | 9.498 022   | 9.474 366    |
| $\varrho$         | + 0.216 044 | + 0.919 542 | + 0.956 079, |

von denen die zweite, wenn man die Annäherungen hinreichend weit durchführt, sich bei der Darstellung der mittleren Beobachtung als die wahrscheinlichste erweist, wiewohl auch die dritte Wurzel als genügend befunden werden könnte; in der That wäre in diesem Beispiele ohne Hinzuziehung einer vierten Beobachtung die Entscheidung schwierig, ob man die zweite oder dritte Wurzel zu wählen hat, da beide Wurzeln einander verhältnismässig nahe liegen.

Es wird nun auch über das Zeichen entschieden werden können, mit welchem die Wurzel in dem Ausdrucke:

$$\varrho = \frac{g}{h} \cos \varphi \pm \frac{1}{h} \sqrt{s^2 - g^2 \sin^2 \varphi}, \quad 6)$$

von dem bereits oben (pag. 293) die Rede war, genommen werden muss. Im Grenzfalle:  $s = g$ , für den  $\cos \varphi$  nothwendig positiv sein muss, würde mit Benützung des unteren Zeichens  $\varrho = 0$ , woraus die Unbrauchbarkeit des unteren Zeichens einleuchtet, da im vorgelegten Falle  $\varrho$  nothwendig grösser als die Einheit wird. Aus dem Umstande, dass bei dem Probleme durch Variation der zur Verfügung stehenden Parameter ein Übergang von einer negativen Wurzel in eine positive nicht denkbar ist, weil für  $\varrho = 0$  niemals eine Lösung stattfinden kann, wird man den Schluss ziehen dürfen, dass das untere Vorzeichen der Gleichung 6) der negativen Lösung (eventuell drei negative Lösungen), das obere Zeichen dagegen der positiven Lösung (eventuell drei Lösungen) vorbehalten bleiben muss.

## 6. Beispiele.

Die für die Bestimmung parabolischer Elemente entwickelten Methoden sollen nun durch ausführliche Beispiele erläutert werden. Am Schlusse dieses Bandes findet sich eine übersichtliche Zusammenstellung der zur Rechnung nöthigen Formeln, auf welche Formelsammlung sich die bei den folgenden Rechnungen gemachten Hinweise (Anhang) beziehen.

Es seien die Elemente des Kometen III 1881 aus den folgenden drei Pulko-  
waer Beobachtungen zu ermitteln:



|              | mitt. Zt. Pulkowa                                  | app. $\alpha$                                      | app. $\delta$ |
|--------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------|
| 1881 Juni 25 | 11 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> .2 | 5 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> .01 | + 53° 1' 34"6 |
| „ 28         | 11 29 45.8                                         | 5 58 11.94                                         | + 62 55. 35.8 |
| Juli 1       | 11 39 52.9                                         | 6 20 10.30                                         | + 70 4 53.3.  |

Der die Convergenz fördernden Bedingung nahe gleicher Zwischenzeiten ist in fast vollkommenem Masse genügt (vergl. Anhang I). Da vorausgesetzt wird, dass keine Näherungen für die Elemente bekannt seien, so sollen die im Anhange für diesen Fall aufgeführten Vorschriften genau befolgt werden, wiewohl man sich in der thatsächlichen Anwendung manche Übergehung gestatten darf.

Unter Annahme der Längendifferenz — 1<sup>h</sup> 7<sup>m</sup> 43<sup>s</sup>.74 zwischen Berlin und Pulkowa erhält man die folgenden auf den Berliner Meridian reducirten Zeitangaben, welche mit Hilfe der Tafel XIX Band II in Decimaltheile des Tages umgesetzt sind, ferner für diese Zeiten die aus dem Berliner Jahrbuche für 1881 entlehnten, auf das mittlere Äquinocmium 1881.0 bezogenen Längen und Breiten der Sonne, sowie die derselben Quelle entnommenen Logarithmen der Distanzen:

|              | $t$    | $L$          | $B$    | $\log R$  |
|--------------|--------|--------------|--------|-----------|
| 1881 Juni 25 | 429276 | 94° 21' 52"0 | — 0"76 | 0.007178  |
| „ 28         | 431968 | 97 13 41.8   | — 1.07 | 0.007210  |
| Juli 1       | 438995 | 100 5 44.5   | — 1.22 | 0.007219. |

Für die Reduction der beobachteten Rectascensionen und Declinationen auf das mittlere Äquinocmium des tropischen Jahresanfanges gibt das Berliner Jahrbuch für 1881 folgende, den drei Beobachtungszeiten entsprechende Zahlen:

| $f$     | $\log g$ | $G$    | $\log h$ | $H$     | $\log i$ |
|---------|----------|--------|----------|---------|----------|
| + 38"00 | 1.2227   | 8° 34' | 1.3104   | 176° 0' | 9.7933   |
| + 38.47 | 1.2280   | 8 31   | 1.3101   | 173 22  | 0.0115   |
| + 38.94 | 1.2333   | 8 26   | 1.3096   | 170 43  | 0.1556.  |

Hiermit stellt sich die Berechnung der Reduction auf den scheinbaren Ort wie folgt (vergl. Anhang I. A, 2):

|                            | 1.      | 2.      | 3.     |
|----------------------------|---------|---------|--------|
| $\alpha$                   | 85° 37' | 89° 33' | 95° 3' |
| $G + \alpha$               | 94 11   | 98 4    | 103 29 |
| $H + \alpha$               | 261 37  | 262 55  | 265 46 |
| $\operatorname{tg} \delta$ | 0.1233  | 0.2914  | 0.4409 |
| $\sin (G + \alpha)$        | 9.9988  | 9.9957  | 9.9878 |
| $\log g$                   | 1.2227  | 1.2280  | 1.2333 |
| $\cos (G + \alpha)$        | 8.8630  | 9.1471  | 9.3677 |
| $\sec \delta$              | 0.2208  | 0.3419  | 0.4676 |
| $\sin (H + \alpha)$        | 9.9953  | 9.9967  | 9.9988 |
| $\log h$                   | 1.3104  | 1.3101  | 1.3096 |
| $\cos (H + \alpha)$        | 9.1637  | 9.0910  | 8.8682 |
| $\sin \delta$              | 9.9025  | 9.9496  | 9.9732 |

|                                                |         |         |         |
|------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| $f$                                            | + 38"00 | + 38"47 | + 38"94 |
| $g \sin (G + \alpha) \operatorname{tg} \delta$ | + 22.12 | + 32.74 | + 45.92 |
| $h \sin (H + \alpha) \sec \delta$              | — 33.62 | — 44.53 | — 59.70 |
| Red. in Rect.                                  | + 26.50 | + 26.68 | + 25.16 |
| $i \cos \delta$                                | + 0"37  | + 0"47  | + 0"49  |
| $g \cos (G + \alpha)$                          | — 1.22  | — 2.37  | — 3.99  |
| $h \cos (H + \alpha) \sin \delta$              | — 2.38  | — 2.24  | — 1.42  |
| Red. in Decl.                                  | — 3.23  | — 4.14  | — 4.92. |

Diese Reductionen wären mit umgekehrten Zeichen an die scheinbaren Orte anzubringen, um dieselben auf das mittlere Äquinocmium des Jahresanfanges zu beziehen; weil aber bei Bahnbestimmungen das kleine von der Erdbahnexcentricität abhängige Aberrationsglied (vergl. pag. 115) mitzunehmen ist, wurde dasselbe wie folgt berechnet (vergl. 12a) 12b) pag. 115):

|                                         |                |                  |
|-----------------------------------------|----------------|------------------|
| $\log h_o = 9.534$                      | $H_o = 350^o0$ | $i_o = - 0''025$ |
|                                         | 1.             | 2.               |
| $H_o + \alpha$                          | $75^o6$        | $79^o5$          |
|                                         |                | 3.               |
| $\sec \delta$                           | $0.221$        | $0.342$          |
|                                         |                | $0.468$          |
| $\sin (H_o + \alpha)$                   | $9.986$        | $9.993$          |
|                                         |                | $9.998$          |
| $\log h_o$                              | $9.534$        | $9.534$          |
|                                         |                | $9.534$          |
| $\cos (H_o + \alpha)$                   | $9.396$        | $9.261$          |
|                                         |                | $8.940$          |
| $\sin \delta$                           | $9.902$        | $9.950$          |
|                                         |                | $9.973$          |
| $d\alpha$                               | $+ 0''55$      | $+ 0''74$        |
|                                         |                | $+ 1''00$        |
| $h_o \cos (H_o + \alpha) \sin \delta_o$ | $+ 0''07$      | $+ 0''06$        |
|                                         |                | $+ 0''03$        |
| $i_o \cos \delta$                       | $- 0.02$       | $- 0.01$         |
|                                         |                | $- 0.01$         |
| $d\delta$                               | $+ 0.05$       | $+ 0.05$         |
|                                         |                | $+ 0.02.$        |

Vereinigt man diese Werthe mit den vorigen und ändert das Vorzeichen der erhaltenen Summen, so resultiren folgende Correctionen der drei Beobachtungen, welche die Reduction auf das mittlere Äquinocmium des Jahresanfanges bewirken und neben denen die auf das mittlere Äquinocmium bezogenen Rectascensionen und Declinationen des Kometen, und zwar die Rectascensionen in Bogenmass, angesetzt wurden:

|                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| $\Delta \alpha$ | $\Delta \delta$ | mittl. $\alpha$ | mittl. $\delta$ |
| — 27"05         | + 3"18          | 85° 36' 48"1    | + 53° 1' 37"8   |
| — 27.42         | + 4.09          | 89 32 31.7      | + 62 55 39.9    |
| — 26.16         | + 4.90          | 95 2 8.3        | + 70 4 58.2     |

Wollte man die Reductionsconstanten aber mit Hilfe der Tafel X ermitteln, so würde sich die Berechnung derselben, wie folgt, gestaltet haben (vergl. pag. 243 und 249):

|                      |         |         |         |
|----------------------|---------|---------|---------|
|                      | Juni    | Juni    | Juli    |
| Greenwicher Zeit     | 25.3921 | 28.3948 | 1.4018  |
| Tafel X <sub>A</sub> | 77.858  | 77.858  | 77.858  |
| Fusstafel } Arg. I   | + 0.107 | + 0.108 | + 0.110 |
| Tafel X <sub>B</sub> | 48.187  | 49.009  | 49.830  |

|                      |                                              |                                                                |                                                                 |                                                                 |
|----------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Tafel X <sub>A</sub> |                                              | 74.064                                                         | 74.064                                                          | 74.064                                                          |
| Fusstafel            | Arg. II                                      | — 0.006                                                        | — 0.006                                                         | — 0.006                                                         |
| Tafel X <sub>B</sub> |                                              | 97.411                                                         | 97.367                                                          | 97.323                                                          |
|                      | Arg. I                                       | 26.152                                                         | 26.975                                                          | 27.798                                                          |
|                      | „ II                                         | 71.469                                                         | 71.425                                                          | 71.381                                                          |
| $g \sin G$           | $\begin{cases} X_c \\ X_d \end{cases}$       | $\begin{cases} + 0''532 \\ + 1.951 \end{cases}$                | $\begin{cases} + 0''520 \\ + 1.976 \end{cases}$                 | $\begin{cases} + 0''504 \\ + 2.001 \end{cases}$                 |
| $\log g \sin G$      |                                              | 0.39498                                                        | 0.39724                                                         | 0.39881                                                         |
| $g \cos G$           | $\begin{cases} X_c \\ X_d \end{cases}$       | $\begin{cases} + 9''778 \\ + 6.745 \end{cases}$                | $\begin{cases} + 9''989 \\ + 6.741 \end{cases}$                 | $\begin{cases} + 10''199 \\ + 6.737 \end{cases}$                |
| $\log g \cos G$      |                                              | 1.21809                                                        | 1.22350                                                         | 1.22881                                                         |
| $G$                  |                                              | 8° 33'                                                         | 8° 29'                                                          | 8° 25'                                                          |
| $\log g$             |                                              | 1.2229                                                         | 1.2283                                                          | 1.2335                                                          |
| $f$                  | $\begin{cases} X_c \\ X_d \end{cases}$       | $\begin{cases} + 22''468 \\ + 15.545 \end{cases}$              | $\begin{cases} + 22''954 \\ + 15.536 \end{cases}$               | $\begin{cases} + 23''436 \\ + 15.527 \end{cases}$               |
| $f$                  |                                              | + 38.01                                                        | + 38.49                                                         | + 38.96                                                         |
| Tafel X <sub>c</sub> | $\begin{cases} \log h \\ H \\ i \end{cases}$ | $\begin{cases} 1.3039 \\ 176^\circ 5' \\ + 0''595 \end{cases}$ | $\begin{cases} 1.3035 \\ 173^\circ 25' \\ + 1''000 \end{cases}$ | $\begin{cases} 1.3030 \\ 170^\circ 44' \\ + 1''403 \end{cases}$ |
|                      | $\log i$                                     | 9.7745                                                         | 0.0000                                                          | 0.1471                                                          |

Mit Hilfe dieser Reductionscoefficienten ergibt sich die Berechnung der Reduction auf den scheinbaren Ort wie folgt:

|                                  | 1.                  | 2.                  | 3.                  |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $G + \alpha$                     | 94° 10'             | 98° 2'              | 103° 28'            |
| $H + \alpha$                     | 261 42              | 262 58              | 265 47              |
| $\lg \delta$                     | 0.1233              | 0.2914              | 0.4409              |
| $\sin(G + \alpha)$               | 9.9989              | 9.9957              | 9.9879              |
| $\log g$                         | 1.2229              | 1.2283              | 1.2335              |
| $\cos(G + \alpha)$               | 8 <sub>n</sub> 8613 | 9 <sub>n</sub> 1453 | 9 <sub>n</sub> 3671 |
| $\sec \delta$                    | 0.2208              | 0.3419              | 0.4676              |
| $\sin(H + \alpha)$               | 9 <sub>n</sub> 9954 | 9 <sub>n</sub> 9967 | 9 <sub>n</sub> 9988 |
| $\log h$                         | 1.3039              | 1.3035              | 1.3030              |
| $\cos(H + \alpha)$               | 9 <sub>n</sub> 1594 | 9 <sub>n</sub> 0879 | 8 <sub>n</sub> 8665 |
| $\sin \delta$                    | 9.9025              | 9.9496              | 9.9732              |
| $f$                              | + 38''01            | + 38''49            | + 38''96            |
| $g \sin(G + \alpha) \lg \delta$  | + 22.13             | + 32.76             | + 45.95             |
| $h \sin(H + \alpha) \sec \delta$ | — 33.12             | — 43.86             | — 58.80             |
| $— \Delta \alpha$                | + 27.02             | + 27.39             | + 26.11             |
| $i \cos \delta$                  | + 0''36             | + 0''46             | + 0''48             |
| $g \cos(G + \alpha)$             | — 1.21              | — 2.36              | — 3.99              |
| $h \cos(H + \alpha) \sin \delta$ | — 2.32              | — 2.19              | — 1.39              |
| $— \Delta \delta$                | — 3.17              | — 4.09              | — 4.90.             |

Diese Reductionen enthalten bereits das kleine Aberrationsglied; die Unterschiede gegen die obigen Werthe:

$$\begin{array}{r r r} + 0''03 & + 0''03 & + 0''05 \\ + 0.01 & 0.00 & 0.00, \end{array}$$

erklären sich aus der veränderten Annahme über die den Tafeln zu Grunde gelegten Präcessions-, Nutations- und Aberrations-Constanten. Für die weiteren Rechnungen wurden die früher erhaltenen Zahlen benützt.

Zunächst sind nun die oben erhaltenen mittleren Rectascensionen und Declinationen mit Hilfe der mittleren Schiefe der Ekliptik (nach dem Berliner Jahrbuch  $23^{\circ} 27' 17''1$ ) in Längen und Breiten umzusetzen; die Rechnung gestaltet sich wie folgt [Anhang I. A. 4]):

|                           | 1.                    | 2.                     | 3.                     |
|---------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| $\cos \alpha$             | 8.883 585             | 7.902 606              | 8.943 372              |
| $\cos \delta$             | 9.779 189             | 9.658 119              | 9.532 322              |
| $\sin \alpha$             | 9.998 726             | 9.999 986              | 9.998 320              |
| $\sin \delta = n \sin N$  | 9.902 503             | 9.949 602              | 9.973 214              |
|                           | 9.902 963             | 9.949 605              | 9.973 408              |
| $n \cos N$                | 9.777 915             | 9.658 105              | 9.530 642              |
| $N$                       | $53^{\circ} 6' 28''4$ | $62^{\circ} 55' 42''9$ | $70^{\circ} 9' 13''5$  |
| $N - \epsilon$            | $29\ 39\ 11.3$        | $39\ 28\ 25.8$         | $46\ 41\ 56.4$         |
| $\sin (N - \epsilon)$     | 9.694 384             | 9.803 270              | 9.861 989              |
| $n$                       | 9.999 540             | 9.999 997              | 9.999 806              |
| $\cos (N - \epsilon)$     | 9.939 038             | 9.887 570              | 9.836 217              |
| $\sin \lambda \cos \beta$ | 9.938 578             | 9.887 567              | 9.836 023              |
|                           | 9.999 391             | 9.999 995              | 9.999 587              |
| $\cos \lambda \cos \beta$ | 8.662 774             | 7.560 725              | 8.475 694              |
| $\sin \beta$              | 9.693 924             | 9.803 267              | 9.861 795              |
| $\cos \beta$              | 9.939 187             | 9.887 572              | 9.836 436              |
| $\lambda$                 | $86^{\circ} 58' 0''2$ | $89^{\circ} 43' 48''2$ | $92^{\circ} 29' 51''3$ |
| $\beta$                   | $+ 29\ 37\ 6.9$       | $+ 39\ 28\ 24.7$       | $+ 46\ 40\ 18.6$       |

Probe:

|                                                               |                        |                       |                         |
|---------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| $N - \frac{1}{2} \epsilon$                                    | $41^{\circ} 22' 49''9$ | $51^{\circ} 12' 4''4$ | $58^{\circ} 25' 35''0$  |
| $\sin (N - \frac{1}{2} \epsilon)$                             | 9.820 239              | 9.891 733             | 9.930 423               |
| $n \sin \frac{1}{2} \epsilon$                                 | 9.307 581              | 9.308 038             | 9.307 847               |
| $\cos (N - \frac{1}{2} \epsilon)$                             | 9.875 255              | 9.796 982             | 9.718 994               |
| $2 \cos \alpha$                                               | 9.184 615              | 8.203 636             | 9.244 402               |
| $n \sin \frac{1}{2} \epsilon \sin (N - \frac{1}{2} \epsilon)$ | 9.127 820              | 9.199 771             | 9.238 270               |
| $\sec \beta$                                                  | 0.060 813              | 0.112 428             | 0.163 565               |
| $\sin (\lambda - \alpha)$                                     | 8.373 248              | 7.515 835             | 8.646 237               |
| $\lambda - \alpha$                                            | $1^{\circ} 21' 12''1$  | $0^{\circ} 11' 16''5$ | $- 2^{\circ} 32' 17''0$ |

|                                                               |              |              |              |
|---------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| $\frac{1}{2}(\delta + \beta)$                                 | 41° 19' 22"3 | 51° 12' 2"3  | 58° 22' 38"4 |
| $\sec \frac{1}{2}(\delta + \beta)$                            | 0.124 359    | 0.203 013    | 0.280 402    |
| $n \sin \frac{1}{2} \epsilon \cos (N - \frac{1}{2} \epsilon)$ | 9.182 836    | 9.105 020    | 9.026 841    |
| $\sin \frac{1}{2}(\delta - \beta)$                            | 9.307 195    | 9.308 033    | 9.307 243    |
| $\frac{1}{2}(\delta - \beta)$                                 | 11° 42' 15"2 | 11° 43' 37"7 | 11° 42' 19"9 |
| $\delta - \beta$                                              | 23 24 30.4   | 23 27 15.4   | 23 24 39.8.  |

Die Proben zeigen eine genügende Übereinstimmung. Die bisher ausgeführten Rechnungen wird man bei ersten Bahnbestimmungen stets in ähnlicher Weise zu machen haben, nur kann, wenn die Beobachtung eine mikrometrische ist, die für die Vergleichsterne geltende Reduction auf den scheinbaren Ort ohne wesentlichen Nachtheil zur Reduction auf das mittlere Äquinocmium des Jahresanfanges (dieselbe ist subtractiv an den beobachteten Ort anzubringen) verwendet werden; die folgenden Rechnungen hingegen, welche die Parallaxe und die Sonnenbreite aus dem Probleme eliminiren, wird man bei ersten Kometenbahnbestimmungen in der Regel übergehen dürfen, dieselben sind hier nur durchgeführt worden, weil es gilt ein Musterbeispiel herzustellen.

Zunächst ist für diese Zwecke die Ortssternzeit zu ermitteln. Da die obigen Beobachtungen Meridianbeobachtungen sind, die in der unteren Culmination erhalten wurden, so hätte man einfach für die geforderten Angaben die um 12<sup>h</sup> vergrößerten Rectascensionen anzuwenden, es soll aber von dieser zufälligen Erleichterung hier kein Gebrauch gemacht werden. Die Rechnung stellt sich wie folgt [Anhang I. A. 6) und 7)]:

|                                         | 1.                                                 | 2.                                                 | 3.                                                 |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Ortszeit                                | 11 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> .2 | 11 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup> .8 | 11 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup> .9 |
| Accel. für Berl. Zeit (Tafel I)         | 1 41.5                                             | 1 42.2                                             | 1 43.8                                             |
| Sternzeit im Berl. Mittg (Berl. Jahrb.) | 6 14 54.2                                          | 6 26 43.9                                          | 6 38 33.6                                          |
| Ortssternzeit in Zeit                   | 17 42 28.9                                         | 17 58 11.9                                         | 18 20 10.3                                         |
| „ in Bogen                              | 265° 37'2                                          | 269° 33'0                                          | 275° 2'6.                                          |

Die geocentrische Polhöhe für Pulkowa ist 59° 36'3 und  $\log h = 9.9989$ . Die Polhöhe als Declination, die Sternzeit als Rectascension betrachtet (vergl. pag. 37), sind in Länge und Breite zu verwandeln; da sich diese Angaben aber auf das wahre Äquinocmium beziehen, während die Reduction für den locus fictus an Coordinaten angebracht wird, die für das mittlere Äquinocmium des Jahresanfanges gelten, so wären diese Grössen, wenn man streng vorgehen wollte, eigentlich auf das mittlere Äquinocmium (mit Ausschluss der Aberration) zu reduciren. Bei der Kleinheit der diesbezüglichen Correction braucht man aber auf diesen Umstand nicht weiter Rücksicht zu nehmen und es wird mehr als genügend sein, wenn man zur Verwandlung die wahre Schiefe der Ekliptik verwendet und die damit erhaltenen Längen allein für Präcession und Nutation corrigirt, während die Breiten unverändert beibehalten werden. Man hat also:

|                                | 1.                  | 2.                  | 3.                  |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $\cos \theta$                  | 8 <sub>n</sub> 8830 | 7 <sub>n</sub> 8951 | 8·9440              |
| $\cos \varphi'$                | 9·7041              | 9·7041              | 9·7041              |
| $\sin \theta$                  | 9 <sub>n</sub> 9987 | 0 <sub>n</sub> 0000 | 9 <sub>n</sub> 9983 |
| $n' \sin N'$                   | 9·9358              | 9·9358              | 9·9358              |
|                                | 9·9362              | 9·9358              | 9·9363              |
| $n' \cos N'$                   | 9 <sub>n</sub> 7028 | 9 <sub>n</sub> 7041 | 9 <sub>n</sub> 7024 |
| $N'$                           | 120° 19'0           | 120° 23'6           | 120° 17'6           |
| $\varepsilon$                  | 23 27·2             | 23 27·2             | 23 27·2             |
| $N' - \varepsilon$             | 96 51·8             | 96 56·4             | 96 50·4             |
| $\sin (N' - \varepsilon)$      | 9·9969              | 9·9968              | 9·9969              |
| $n'$                           | 9·9996              | 0·0000              | 9·9995              |
| $\cos (N' - \varepsilon)$      | 9 <sub>n</sub> 0774 | 9 <sub>n</sub> 0822 | 9 <sub>n</sub> 0759 |
| $\cos b \sin (l)$              | 9 <sub>n</sub> 0770 | 9 <sub>n</sub> 0822 | 9 <sub>n</sub> 0754 |
|                                | 9 <sub>n</sub> 9784 | 9 <sub>n</sub> 9998 | 9 <sub>n</sub> 9716 |
| $\cos b \cos (l)$              | 8 <sub>n</sub> 5871 | 7 <sub>n</sub> 5992 | 8·6481              |
| $(l)$                          | 252° 4'0            | 268° 7'0            | 290° 30'0           |
| — (Präc. + Nut.)               | — 0·7               | — 0·7               | — 0·7               |
| $l$                            | 252 3·3             | 268 6·3             | 290 29·3            |
| $\sin b$                       | 9·9965              | 9·9968              | 9·9964              |
| $\cos b$                       | 9·0986              | 9·0824              | 9·1038              |
| $b$                            | 82° 47'4            | 83° 3'4             | 82° 42'2            |
| $h\pi : R_0$                   | 0·9385              | 0·9385              | 0·9385              |
| $h\pi \sin b : R_0$            | + 8"610             | + 8"616             | + 8"608             |
| $B - h\pi \sin b : R_0$        | — 9·370             | — 9·686             | — 9·828             |
| $\log (B - h\pi \sin b : R_0)$ | 0 <sub>n</sub> 9717 | 0 <sub>n</sub> 9861 | 0 <sub>n</sub> 9925 |
| $L_0 - \lambda$                | 7° 23'9             | 7° 29'9             | 7° 35'9             |
| $\sin (L_0 - \lambda)$         | 9·1098              | 9·1156              | 9·1213              |
| $\cotg \beta$                  | 0·2453              | 0·0843              | 9·9746              |
| $\cos (L_0 - \lambda)$         | 9·9964              | 9·9963              | 9·9962              |
| $L_0 - l$                      | 202° 18'6           | 189° 7'4            | 169° 36'4           |
| $\sin (L_0 - l)$               | 9 <sub>n</sub> 5794 | 9 <sub>n</sub> 2002 | 9·2562              |
| $\log (h\pi \cos b : R_0)$     | 0·0371              | 0·0209              | 0·0423              |
| $\cos (L_0 - l)$               | 9 <sub>n</sub> 9662 | 9 <sub>n</sub> 9945 | 9 <sub>n</sub> 9928 |
| $\log dL_1$                    | 0 <sub>n</sub> 3268 | 0 <sub>n</sub> 1860 | 0 <sub>n</sub> 0884 |
| $\log dL_2$                    | 9 <sub>n</sub> 6164 | 9 <sub>n</sub> 2209 | 9·2988              |
| $dL_1$                         | — 2"122             | — 1"535             | — 1"226             |
| $dL_2$                         | — 0·413             | — 0·166             | + 0·199             |
| $\Delta L_0$                   | — 2·5               | — 1·7               | — 1·0               |
| $\log d \log R_1$              | 2·5368              | 2·3901              | 2·2867              |
| $\log d \log R_2$              | 1·3267              | 1·3388              | 1·3585              |

[ $\pi = 8''848$ ]

|                              |             |           |            |                                          |
|------------------------------|-------------|-----------|------------|------------------------------------------|
| $d \log R_1$                 | + 344       | + 246     | + 193      | } Einheiten der sieben-<br>ten Decimale. |
| $d \log R_2$                 | + 21        | + 22      | + 23       |                                          |
| $d \log R_0$                 | + 365       | + 268     | + 216      |                                          |
| $\operatorname{cosec} \beta$ | 0.3061      | 0.1967    | 0.1382     |                                          |
| $\log (dt : C)$              | 1.2850      | 1.1900    | 1.1379     |                                          |
| $dt$                         | + 0.000 001 | 0.000 000 | 0.000 000. |                                          |

Die Grundlagen für die weitere Rechnung [Anhang II. A. 1)] sind daher:

|           | $t$        | $\lambda$   | $\beta$       | $L$          | $\log R$   |
|-----------|------------|-------------|---------------|--------------|------------|
| 1881 Juni | 25.429 277 | 86° 58' 0"2 | + 29° 37' 6"9 | 94° 21' 49"5 | 0.007 215  |
| „         | 28.431 968 | 89 43 48.2  | + 39 28 24.7  | 97 13 40.1   | 0.007 237  |
| Juli      | 1.438 995  | 92 29 51.3  | + 46 40 18.6  | 100 5 43.5   | 0.007 241. |

Nunmehr ist die Entscheidung zu treffen, welche Methode für die Bestimmung von  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  eingeschlagen werden soll; nach den Formeln Anhang II. A. 2) findet sich:

|                                       |           |                                                    |             |
|---------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------|-------------|
| $\operatorname{tg} (\lambda_m - L_m)$ | 9.1193    | $\log (\beta - \beta_m)$                           | 3.0099      |
| $\sin \beta_m$                        | 9.8033    | $\log \operatorname{compl.} (\lambda_m - \lambda)$ | 7.4790      |
| $W_0$                                 | 168° 18'3 | $\sec \beta_m$                                     | 0.1124      |
| $\beta_m - \beta$                     | + 1023'2  | $W$                                                | 104° 3'6    |
| $\lambda_m - \lambda$                 | + 331.9   | $W - W_0$                                          | — 64° 14'7. |

Nach Anhang II. A. 3) wäre also eigentlich Olbers' Methode zu verlassen, weil der Cosinus des Winkels  $W - W_0$  kleiner als eine halbe Einheit ist; die rasche geocentrische Bewegung lässt aber erwarten, dass die Olbers'sche Methode auch in diesem Falle gute Resultate liefern werde, umsomehr als den Beobachtungen eine hohe Genauigkeit zugeschrieben werden muss. Man findet nach Anhang II. B.  $\alpha$ . 1):

|                             |               |                 |            |
|-----------------------------|---------------|-----------------|------------|
| $\lambda_m - L_m$           | 352° 30' 8"1  | $Z_1$           | 8.893 797  |
| $\sin (\lambda_m - L_m)$    | 9.115 568     | $Z_2$           | 9.189 934  |
| $\operatorname{tg} \beta_m$ | 9.915 695     | Add.            | 9.990 158  |
| $\sin \beta$                | 9.693 924     | $N_1$           | 8.752 701  |
| $\cotg J$                   | 9.199 873     | $N_2$           | 9.061 667  |
| $\sin \beta_m$              | 9.861 794     | Add.            | 0.015 729  |
| $\lambda - L_m$             | 349° 44' 20"1 | $Z$             | 8.883 955  |
| $\lambda_m - L_m$           | 355 16 11.2   | $t_m - t_m$     | 0.478 137  |
| $\sin (\lambda - L_m)$      | 9.250 747     | $N$             | 8.768 430  |
| $\cos \beta$                | 9.939 187     | $t_m - t$       | 0.477 511  |
| $\sin (\lambda_m - L_m)$    | 8.916 266     | $Z (t_m - t_m)$ | 9.362 092  |
| $\cos \beta_m$              | 9.836 435     | $N (t_m - t)$   | 9.245 941  |
|                             |               | $\log M$        | 0.116 151. |

Da  $M$  grösser als die Einheit ist, so kann man daraus schliessen, dass sich der Komet zwischen der ersten und dritten Beobachtung von der Erde entfernt hat. Nach Anhang II. B.  $\alpha$ . 2):

|                                       |                                        |
|---------------------------------------|----------------------------------------|
| $\lambda, - L, 352^{\circ} 36' 10''7$ | $\lambda_m - L_m 352^{\circ} 24' 7''8$ |
| $\cos(\lambda, - L,) 9.996\ 370$      | $\cos(\lambda_m - L_m) 9.996\ 170$     |
| $\cos \beta, 9.939\ 187$              | $\cos \beta_m 9.836\ 435$              |
| $\sin(\lambda, - L,) 9_n 109\ 728$    | $\sin(\lambda_m - L_m) 9_n 121\ 294$   |
| $\sin \psi, \cos P, 9_n 048\ 915$     | $\sin \psi_m \cos P_m 8_n 957\ 729$    |
| $9.989\ 140$                          | $9.996\ 648$                           |
| $\sin \psi, \sin P, 9.693\ 924$       | $\sin \psi_m \sin P_m 9.861\ 794$      |
| $\sin \psi, 9.704\ 784$               | $\sin \psi_m 9.865\ 146$               |
| $\cos \psi, 9.935\ 557$               | $\cos \psi_m 9.832\ 605.$              |

Nach Anhang II. B.  $\alpha$ . 3):

|                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| $L_m - L, 5^{\circ} 43' 54''0$  | $g \cos(G - L,) 7_n 701\ 064$ |
| $\sin(L_m - L,) 8.999\ 434$     | $9.999\ 469$                  |
| $R_m 0.007\ 241$                | $g \sin(G - L,) 9.006\ 675$   |
| $\cos(L_m - L,) 9.997\ 823$     | $G - L, 92^{\circ} 49' 56''7$ |
| $R_m \cos(L_m - L,) 0.005\ 064$ | $G 187\ 11\ 46.2$             |
| $R, 0.007\ 215$                 | $\log g 9.007\ 206.$          |
| Subtr. $7.696\ 000$             |                               |

Nach Anhang II. B.  $\alpha$ . 4):

|                                                        |                                               |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $\lambda_m - \lambda, 5^{\circ} 31' 51''1$             | $h \cos \zeta \sin(H - \lambda_m) 8.923\ 183$ |
| $\sin(\lambda_m - \lambda,) 8.983\ 996$                | $9.971\ 659$                                  |
| $\cos \beta, 9.939\ 187$                               | $h \cos \zeta \cos(H - \lambda_m) 8.495\ 332$ |
| $\cos(\lambda_m - \lambda,) 9.997\ 974$                | $H - \lambda_m 69^{\circ} 31' 31''7$          |
| $-\cos \beta, \cos(\lambda_m - \lambda,) 9_n 937\ 161$ | $H 162\ 1\ 23.0$                              |
| $M \cos \beta_m 9.952\ 586$                            | $h \sin \zeta 9.659\ 214$                     |
| Add. $8.558\ 171$                                      | $h \cos \zeta 8.951\ 524$                     |
| $M \sin \beta_m 9.977\ 945$                            | $\sin \zeta 9.991\ 812$                       |
| $-\sin \beta, 9_n 693\ 924$                            | $\cos \zeta 9.284\ 122$                       |
| Add. $9.965\ 290$                                      | $\log h 9.667\ 402.$                          |

Nach Anhang II. B.  $\alpha$ . 5):

|                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| $G - H 25^{\circ} 10' 23''2$ | $\sin \varphi \cos Q 8.912\ 873$ |
| $\cos(G - H) 9.956\ 662$     | $9.998\ 495$                     |
| $\sin(G - H) 9.628\ 751$     | $\sin \varphi \sin Q 9.991\ 812$ |
| $\cos \varphi 9.240\ 784$    | $\sin \varphi 9.993\ 317.$       |

Nach Anhang II. B.  $\alpha$ . 6a):

|                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| $g : h 9.339\ 804$                | $\log B, 9.711\ 999$         |
| $g \cos \varphi : h + 0.038\ 070$ | $\log C_m 9.872\ 387$        |
| $\log I' 9.333\ 121$              | $\log B_m 9.756\ 236$        |
| $t_m - t, 0.778\ 854$             | $R, \cos \psi, + 0.876\ 540$ |



$$\begin{array}{ll}
 \log \tau & 9.315\,465 \\
 g \sin \varphi & 9.000\,523 \\
 \log A & 9.685\,058
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{ll}
 f, & + 0.838\,470 \\
 \log R_m \cos \psi_m & 9.839\,846 \\
 R_m \cos \psi_m : M & + 0.529\,291 \\
 f_m & + 0.491\,221.
 \end{array}$$

Da bei diesem Beispiele die Absicht vorliegt, die Planetenaberration der Hauptsache nach zu berücksichtigen, so wurde nach Anhang II. B.  $\alpha$ . 6b) berechnet:

$$\begin{array}{ll}
 (M - 1) & 9.4866 \\
 (M - 1) : (t_m - t) & 8.7077 \\
 \log \kappa & 6.1068.
 \end{array}$$

Die Versuche, nach Anhang II. B.  $\alpha$ . 7a), 7b) und 7c) geleitet, sind im folgenden nebeneinander angesetzt; die für die Planetenaberration nach dem ersten Versuche resultirende Correction erweist sich schon hinreichend genau, so dass die diesbezüglichen Formeln im zweiten Versuche nicht mehr durchgerechnet wurden. Um Raum zu sparen, sind die nach 7c) berechneten Zahlen unter der Columnne des dritten Versuches, durch einen Doppelstrich abgetrennt, angesetzt worden:

|                                                   | 1. Versuch             | 2. Versuch             | 3. Versuch             |
|---------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $\log (r + r_m)_a = x$                            | 0.301 030              | 0.189 520              | 0.189 856              |
| $\frac{1}{2}x$                                    | 0.150 515              | 0.094 760              | 0.094 928              |
| $\frac{3}{2}x$                                    | 0.451 545              | 0.284 280              | 0.284 784              |
| $\log \eta$                                       | 8.863 920              | 9.031 143              | 9.030 639              |
| $\eta$                                            | + 0.073 100            | + 0.107 434            | + 0.107 310            |
| Tafel VII $\mu$                                   | 0.000 097              | 0.000 210              | 0.000 209              |
| $\sqrt{(r + r_m)_a} : \mu$                        | 0.150 418              | 0.094 550              | 0.094 719              |
| $\cos \vartheta$                                  | 9.835 476              | 9.779 650              | 9.779 819              |
| $\operatorname{tg} \vartheta$                     | 0.027 169              | 0.122 593              | 0.122 327              |
| $\Gamma \operatorname{tg} \vartheta$              | + 0.229 240            | + 0.285 571            | + 0.285 396            |
| $\Gamma \operatorname{tg} \vartheta - f$          | — 0.609 230            | — 0.552 899            | — 0.553 074            |
| $\Gamma \operatorname{tg} \vartheta - f_m$        | — 0.261 981            | — 0.205 650            | — 0.205 825            |
| $\log (\Gamma \operatorname{tg} \vartheta - f)$   | 9 <sub>n</sub> 784 781 | 9 <sub>n</sub> 742 646 | 9 <sub>n</sub> 742 783 |
| $\log (\Gamma \operatorname{tg} \vartheta - f_m)$ | 9 <sub>n</sub> 418 270 | 9 <sub>n</sub> 313 129 | 9 <sub>n</sub> 313 498 |
| $\operatorname{tg} \theta$                        | 0 <sub>n</sub> 072 782 | 0 <sub>n</sub> 030 647 | 0 <sub>n</sub> 030 784 |
| $\operatorname{tg} \theta_m$                      | 9 <sub>n</sub> 662 034 | 9 <sub>n</sub> 556 893 | 9 <sub>n</sub> 557 262 |
| $\cos \theta$                                     | 9.810 059              | 9.833 621              | 9.833 548              |
| $\cos \theta_m$                                   | 9.958 447              | 9.973 470              | 9.973 427              |
| $r$                                               | 9.901 940              | 9.878 378              | 9.878 451              |
| $r_m$                                             | 9.913 940              | 9.898 917              | 9.898 960              |
| Add.                                              | 0.295 071              | 0.290 882              | 0.290 897              |
| $\log (r + r_m)_e = y$                            | 0.209 011              | 0.189 799              | 0.189 857              |
| $x - y$                                           | + 0.092 019            | — 0.000 279            | — 0.000 001            |

|                                                                      |                        |                     |                                                            |                     |                           |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|
| $\sin \theta_m$                                                      | 9 <sub>n</sub> 6205    | 9 <sub>n</sub> 5304 | $\Gamma \operatorname{tg} \vartheta + \gamma$              | 0.2673              | Nach Anhang II. B. α. 7c) |
| $M \sin \theta_m$                                                    | 9 <sub>n</sub> 7367    | 9 <sub>n</sub> 6466 | $\log (\Gamma \operatorname{tg} \vartheta + \gamma)$       | 9.4270              |                           |
| $\sin \theta$                                                        | 9 <sub>n</sub> 8828    | 9 <sub>n</sub> 8643 | $10^x : (\Gamma \operatorname{tg} \vartheta + \gamma)$     | 0.8740              |                           |
| Add.                                                                 | 0.2341                 | 0.2057              | $-\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma : h \sin \vartheta$ | 9 <sub>n</sub> 0336 |                           |
| $\sin \gamma$                                                        | 8.8640                 | 9.0314              | $10^x dx : (\Gamma \operatorname{tg} \vartheta + \gamma)$  | 9 <sub>n</sub> 9213 |                           |
| $2 \cos \frac{1}{2} \gamma^2$                                        | 0.3004                 | 0.2998              | $d \log q$                                                 | + 0.0901            |                           |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma$                               | 8.5636                 | 8.7316              | $\log q$                                                   | 9.5171              |                           |
| $\sin \vartheta$                                                     | 9.8626                 | 9.9022              | $xq$                                                       | + 0.000 042         |                           |
| $h \sin \vartheta$                                                   | 9.5300                 | 9.5696              | $\log \tau - xq$                                           | 9.315 423           |                           |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma (10^x : 10^y)$                 | 8.6556                 | 8.7313              | $\log A + xq$                                              | 9.685 100.          |                           |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma, 10^x : h \sin \vartheta 10^y$ | 9.1256                 | 9.1617              |                                                            |                     |                           |
| $\sin \theta, + M \sin \theta_m$                                     | 0 <sub>n</sub> 1169    | 0 <sub>n</sub> 0700 |                                                            |                     |                           |
| $\log (n - 1)$                                                       | 9 <sub>n</sub> 2425    | 9 <sub>n</sub> 2317 |                                                            |                     |                           |
| $\log n$                                                             | 9.9166                 | 9.9188              |                                                            |                     |                           |
| $\log (x - y)$                                                       | 8.9639                 | 6 <sub>n</sub> 4456 |                                                            |                     |                           |
| $\Delta x$                                                           | — 0.11151 + 0.000 336. |                     |                                                            |                     |                           |

Da in dem dritten Versuche der Anfangswerth  $x$  mit dem Endwerthe  $y$  innerhalb der Unsicherheit der logarithmischen Rechnung stimmt, so erscheint der wahre Werth von  $x$  ermittelt und man kann die Zahlen des letzten Versuches zur weiteren Rechnung verwenden.

Nach Anhang II. B. α. 8a) wird:

$$\begin{aligned} \log q, & \quad 9.509\ 829 \\ \log q_m & \quad 9.625\ 980, \end{aligned}$$

und die der Hauptsache nach für die Planetenaberration verbesserten Zeiten, welche der folgenden Rechnung zu Grunde liegen, sind:

$$\begin{aligned} t, &= \text{Juni } 25.429\ 277 - 0.001\ 867 = \text{Juni } 25.427\ 410 \\ t_m &= \text{,, } 28.431\ 968 - 0.002\ 153 = \text{,, } 28.429\ 815 \\ t_m &= \text{Juli } 1.438\ 995 - 0.002\ 439 = \text{Juli } 1.436\ 556. \end{aligned}$$

Würde man vermuthen, dass der der Rechnung als Grundlage dienende Werth von  $M$  zu wenig genau sei, so könnte man nach den Formeln 34) bis 36) (pag. 299) die Perihelzeit und  $\log q$  ermitteln und mit den erhaltenen Werthen von  $r, r_n, r_m, v, v_n, v_m$  nach den Formeln 21) (pag. 289) und 22) (pag. 290) den verbesserten Werth von  $M$ , der dort mit  $(M)$  bezeichnet ist, ableiten; da aber das vorliegende Beispiel hauptsächlich den Zweck hat, zu zeigen, wie die Rechnung bei einer ersten Bahnbestimmung zu führen ist, um zur Kenntnis genäherter Elemente zu gelangen, so soll dieselbe nicht unterbrochen werden, umsomehr, als auf die Verbesserung des angenommenen Werthes später eingegangen wird.

Nach Anhang II. C. 1) wird gefunden:

$$\begin{aligned} \cos (\lambda, - L,) \cos \beta, & \quad 9.935\ 557 & \cos (\lambda_m - L_m) \cos \beta_m & \quad 9.832\ 605 \\ q, \cos (\lambda, - L,) \cos \beta, & \quad 9.445\ 386 & q_m \cos (\lambda_m - L_m) \cos \beta_m & \quad 9.458\ 585 \end{aligned}$$

|                            |               |                                 |              |
|----------------------------|---------------|---------------------------------|--------------|
| $R$                        | 0.007 215     | $R_m$                           | 0.007 241    |
| Subt.                      | 9.860 778     | Subt.                           | 9.855 694    |
| $r, \cos b, \sin (l, - L)$ | 8.558 744     | $r_m \cos b_m \sin (l_m - L_m)$ | 8.583 709    |
|                            | 9.999 478     |                                 | 9.999 401    |
| $r, \cos b, \cos (l, - L)$ | 9.867 993     | $r_m \cos b_m \cos (l_m - L_m)$ | 9.862 935    |
| $r, \sin b$                | 9.203 753     | $r_m \sin b_m$                  | 9.487 774    |
|                            | 9.990 063     |                                 | 9.964 574    |
| $r, \cos b$                | 9.868 515     | $r_m \cos b_m$                  | 9.863 534    |
| $l, - L$                   | 182° 48' 31"8 | $l_m - L_m$                     | 183° 0' 34"3 |
| $l$                        | 277 10 21.3   | $l_m$                           | 283 6 17.8   |
| $\operatorname{tg} b$      | 9.335 238     | $\operatorname{tg} b_m$         | 9.624 240    |
| $\log r$                   | 9.878 452     | $\log r_m$                      | 9.898 960.   |

Die Werthe von  $\log r$ , und  $\log r_m$  stimmen mit jenen des letzten Versuches innerhalb der Unsicherheit der logarithmischen Rechnung überein.

Nach Anhang II. C. 2):

Da die heliocentrischen Längen zunehmen, ist  $\operatorname{tg} i$  positiv.

|                                       |             |                                          |              |
|---------------------------------------|-------------|------------------------------------------|--------------|
| $l_m - l$                             | 5° 55' 56"5 | $\operatorname{tg} i \sin (l, - \Omega)$ | 9.335 238    |
| $\cos (l_m - l)$                      | 9.997 668   |                                          | 9.997 449    |
| $\operatorname{tg} b, \cos (l_m - l)$ | 9.332 906   | $\operatorname{tg} i \cos (l, - \Omega)$ | 0.298 963    |
| $\operatorname{tg} b_m$               | 9.624 240   | $l, - \Omega$                            | 6° 12' 15"6  |
| Subt.                                 | 9.980 386   | $\Omega$                                 | 270° 58' 5"7 |
| $\log \text{Zähl.}$                   | 9.313 292   | $\operatorname{tg} i$                    | 0.301 514    |
| $\sin (l_m - l)$                      | 9.014 329   | $i$                                      | 63° 27' 37"7 |
| $\sin i$                              | 9.951 642.  |                                          |              |

Nach Anhang II. C. 3a) und 3b):

|                               |              |                                |             |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------|
| $\cos i$                      | 9.650 128    | $l_m - \Omega$                 | 12° 8' 12"1 |
| $\sin (l, - \Omega)$          | 9.033 724    | $\sin (l_m - \Omega)$          | 9.322 725   |
| $\sin (l, - \Omega) \cos i$   | 8.683 852    | $\sin (l_m - \Omega) \cos i$   | 8.972 853   |
| $\operatorname{tg} b, \sin i$ | 9.286 880    | $\operatorname{tg} b_m \sin i$ | 9.575 882   |
| Add.                          | 0.096 716    | Add.                           | 0.096 716   |
| $\log \text{Zähl.}$           | 9.383 596    | $\log \text{Zähl.}$            | 9.672 598   |
| $\cos (l, - \Omega)$          | 9.997 449    | $\cos (l_m - \Omega)$          | 9.990 183   |
| $u$                           | 13° 40' 28"3 | $u_m$                          | 25° 42' 5"3 |
| $u_m - u$                     | 12° 1' 37"0. |                                |             |

Die Probe ergibt mit ausschliesslicher Benützung der Zahlen des letzten Versuches:

|                        |           |                                 |            |
|------------------------|-----------|---------------------------------|------------|
| $\tau\mu$              | 9.315 632 | $(\Sigma - r_i)$                | 9.005 993  |
| $\log s$               | 9.220 704 | $(\Sigma - r_m)$                | 8.811 833  |
| $s + 0.166 228$        |           | $V(\Sigma - r_i)(\Sigma - r_m)$ | 8.908 913  |
| $r_i + 0.755 877$      |           | $Vr, r_m$                       | 9.888 706  |
| $r_m + 0.792 428$      |           | $\frac{1}{2}(u_m - u_i)$        | 6° 0' 48"6 |
| $2\Sigma + 1.714 533$  |           | $u_m - u_i$                     | 12 1 37.2  |
| $\Sigma + 0.857 266,5$ |           | Differenz                       | 0.2        |
|                        |           |                                 | } Probe.   |

Da die Differenz beider Resultate nur 0"2 beträgt, sind keine Correctionen im Sinne der Formeln 3c) anzunehmen und die Kleinheit des Unterschiedes beider Resultate bestätigt die Richtigkeit der Rechnung.

Nach Anhang II. C. 4):

|                                             |            |                                |             |
|---------------------------------------------|------------|--------------------------------|-------------|
| $\frac{1}{2}(u_m - u)$                      | 6° 0' 48"5 | $\sin \frac{1}{2}v : \sqrt{q}$ | 9.291 704   |
| $\cotg \frac{1}{2}(u_m - u)$                | 0.977 398  |                                | 9.993 800   |
| $\sqrt{r}$                                  | 9.939 226  | $\cos \frac{1}{2}v : \sqrt{q}$ | 0.060 774   |
| $\operatorname{cosec} \frac{1}{2}(u_m - u)$ | 0.979 795  | $\frac{1}{2}v$                 | 9° 39' 30"7 |
| $\sqrt{r_m}$                                | 9.949 480  | $v$                            | 19 19 1.4   |
| $\log I$                                    | 1.038 172  | $\sqrt{q}$                     | 9.933 026   |
| $\log II$                                   | 1.030 315  | $q$                            | 9.866 052   |
| Subt.                                       | 8.261 389  | $q^{3/2}$                      | 9.799 078   |
| $\omega$ 354° 21' 26"9                      |            |                                |             |
| $\pi$ 265 19 3.26.                          |            |                                |             |

Nach Anhang II. C. 5):

|                                           |            |              |             |
|-------------------------------------------|------------|--------------|-------------|
| $\log M$                                  | 1.150 036  | $\log M_m$   | 1.374 207   |
| $\Delta t$                                | — 8.894 34 | $\Delta t_m$ | — 14.90 338 |
| $T$ Juni                                  | 16.53307   | $T$ Juni     | 16.53318    |
| im Mittel $T = \text{Juni } 16.533\ 125.$ |            |              |             |

Die Elemente sind somit:

$$T = 1881 \text{ Juni } 16.533\ 125 \text{ mittl. Berl. Zt.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \pi = 265^\circ 19' 32''6 \\ \Omega = 270\ 58\ 5.7 \\ i = 63\ 27\ 37.7 \end{array} \right\} \text{mittl. Äquin. } 1881.0$$

$$\log q = 9.866\ 052.$$

Die Berechnung der Darstellung des mittleren Ortes nach diesen Elementen gestaltet sich wie folgt:

Nach Anhang II. D. 1):

$$\begin{aligned} t_m - T &+ 11.896\ 690 \\ \log(t_m - T) &1.075\ 426 \\ \log M_m &1.276\ 348 \\ v_m &25^\circ 28' 6''2 \\ u_m &19\ 49\ 33.1. \end{aligned}$$

Nach Anhang II. D. 2):

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{2}v_m & 12^\circ 44' 3''1 & r_m \sin u_m \cos i & 9.068\ 219 \\ \cos \frac{1}{2}v_m^2 & 9.978\ 369 & R_m \sin (L_m - \Omega) & 9.044\ 793 \\ r_m & 9.887\ 683 & \text{Subt.} & 8.743\ 680 \\ \cos u_m & 9.973\ 464 & q_m \sin (\lambda_m^0 - \Omega) \cos \beta_m^0 & 7.788\ 473 \\ \sin u_m & 9.530\ 408 & & 9.999\ 898 \\ r_m \sin u_m & 9.418\ 091 & q_m \cos (\lambda_m^0 - \Omega) \cos \beta_m^0 & 9.453\ 915 \\ L_m - \Omega & 186^\circ 15' 34''4 & q_m \sin \beta_m^0 & 9.369\ 733 \\ \cos (L_m - \Omega) & 9.997\ 403 & & 9.887\ 563 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \sin(L'' - \Omega) & 9_n 037\ 556 & q'' \cos \beta'' \quad 9 \cdot 454\ 017 \\
 r'' \cos u'' & 9 \cdot 861\ 147 & \lambda'' - \Omega \quad 178^\circ\ 45'\ 44''3 \\
 R'' \cos(L'' - \Omega) & 0_n 004\ 640 & \lambda'' \quad 89\ 43\ 50 \cdot 0 \\
 \text{Subt.} & 9 \cdot 592\ 768 & \beta'' \quad +\ 39\ 28\ 29 \cdot 5 \\
 & \log q'' \quad 9 \cdot 566\ 454 & \\
 & d\lambda'' \cos \beta'' \quad -\ 1''4 & \\
 & d\beta'' \quad -\ 4 \cdot 8. &
 \end{array}$$

Die Darstellung des mittleren Ortes ist eine befriedigende und man könnte sich damit umsomehr begnügen, als gewöhnlich erste Bahnbestimmungen den Zweck verfolgen, genäherte Ephemeriden rasch beizuschaffen. Dieselbe ist jedoch einer Verbesserung fähig; denn berechnet man nach der ersten Formel in Anhang II. D. 3)  $\cotg J''$ , so findet sich:

$$\begin{array}{rcl}
 \lambda'' - L'' & 352^\circ\ 30'\ 9''9 & \\
 \sin(\lambda'' - L'') & 9_n 115\ 540 & \\
 \tg \beta'' & 9 \cdot 915\ 716 & \\
 \cotg J'' & 9_n 199\ 824, &
 \end{array}$$

welcher Werth um 49 Einheiten der sechsten Decimale von dem oben (pag. 317) ermittelten Logarithmus von  $\cotg J$  abweicht. Es soll nun das vorliegende Beispiel in der Richtung weiter Verwendung finden, dass an demselben die früher entwickelten Methoden, die zu Grunde gelegten Annahmen zu verbessern, erläutert werden.

Zunächst soll jener Werth von  $M$  ermittelt werden, welchen die Anwendung des Carlini'schen Kunstgriffes gibt. Durch die vorhergehenden Rechnungen wurde gefunden:

$$\begin{array}{rcl}
 \log \cotg J & 9_n 199\ 873 & \\
 \log \cotg J'' & 9_n 199\ 824 &
 \end{array}$$

somit ist nach 37) (pag. 300)  $\log \cotg J' \quad 9_n 199\ 922$ ,

also, wenn man statt  $\cotg J$  den hier bestimmten Werth von  $\cotg J'$  in die Formel für  $M$  einführt [Anhang II. B.  $\alpha$  1)]:

$$\begin{array}{rcl}
 \log Z_1 \quad 8_n 893\ 846 & \log N_1 \quad 8_n 752\ 701 & Z : N \quad 0 \cdot 115\ 379 \\
 \log Z_2 \quad 9 \cdot 189\ 934 & \log N_2 \quad 9 \cdot 061\ 716 & (t_m - t_n) : (t_n - t_i) \quad 0 \cdot 000\ 626 \\
 \text{Subt.} \quad 9 \cdot 990\ 059 & \text{Subt.} \quad 0 \cdot 015\ 825 & \log(M) \quad 0 \cdot 116\ 005, \\
 \log Z \quad 8 \cdot 883\ 905 & \log N \quad 8 \cdot 768\ 526 &
 \end{array}$$

so dass der nach dem Carlini'schen Kunstgriff verbesserte Werth von  $M$ , der mit  $(M)$  bezeichnet ist, um 146 Einheiten der sechsten Decimale gegen den ursprünglichen Werth verkleinert erscheint. Sicherer jedoch und befriedigender wird der Werth von  $M$  durch die Anwendung der Formeln 21) (pag. 289) und 22) (pag. 290) bestimmt werden können. Die Rechnung mit Benützung der früher erhaltenen Zahlen ergibt:

$$\begin{array}{rcl}
 v_m - v_n & 5^\circ\ 52'\ 32''2 & R_m \sin(L_m - L_n) \quad 8 \cdot 706\ 457 \\
 v_n - v, & 6 \quad 9 \quad 4 \cdot 8 & R, \sin(L, - L_n) [r_n r_m] : [r, r_n] \quad 8_n 706\ 558 \\
 \sin(v_m - v_n) & 9 \cdot 010\ 169 & \text{Subt.} \quad 6 \cdot 3667 \\
 \sin(v_n - v) & 9 \cdot 030\ 012 & mN \quad 5_n 0732
 \end{array}$$

|                                     |                       |           |            |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------|------------|
| $\sin(v_m - v_n) : \sin(v_n - v_r)$ | 9.989 157             | $N$       | 8.7684     |
| $r_m : r_r$                         | 0.020 508             | $m$       | 6.3048     |
| $[r_n r_m] : [r, r_n]$              | 0.000 665             | $m : [q]$ | 6.7950     |
| $L_r - L_n$                         | $- 2^\circ 51' 50''6$ | $Z : N$   | 0.115 525  |
| $\sin(L_r - L_n)$                   | 8.698 678             | $M$       | 0.116 190  |
| $R, [r_n r_m] : [r, r_n]$           | 0.007 880             | Subt.     | 9.999 793  |
| $L_m - L_n$                         | $2^\circ 52' 3''4$    | $\log(M)$ | 0.115 983. |
| $\sin(L_m - L_n)$                   | 8.699 216             |           |            |

Dieser verbesserte Werth von  $(M)$  hätte aber auch im Verlaufe der Rechnung erhalten werden können, wenn man von der pag. 320 eingeschalteten Bemerkung Gebrauch gemacht hätte; es wäre dadurch die Berechnung der Ausdrücke Anhang II. C. 1) II. C. 2), II. C. 3a), 3b), II. D. 1) II. D. 2) erspart worden.  $(M)$  weicht von dem ursprünglichen Werthe um 168 Einheiten der sechsten Decimale, und von dem nach Carlini's Verfahren erhaltenen um 22 Einheiten ab; doch verdient der zuletzt ermittelte Werth voraussichtlich den Vorzug und soll deshalb zur weiteren Verbesserung der Elemente Verwendung finden. Man wird demnach mit dem Werthe :

$$\log M = 0.115\,983,$$

die Rechnung nach Anhang II. B.  $\alpha$ . zu wiederholen haben und hierbei ohne Änderung in der Anordnung wie oben (pag. 317) verfahren, nur wird man bei der Durchführung der Versuche sofort von den bereits erlangten Näherungen Gebrauch machen. Da die Änderungen in  $\log M$  klein sind, so empfiehlt es sich im vorliegenden Falle, die Correction von  $q$ , durch Anwendung der oben [46) und 47) pag. 303] gegebenen Differentialformeln zu bestimmen, wobei  $d \log M = -0.000168$  anzunehmen ist. Die Rechnung nach 46) mit Benützung der vorhandenen Zahlen stellt sich wie folgt :

|                                                 |                     |                                                                         |         |
|-------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------|
| $h \cos \zeta \cos(H - \lambda_m) \cos \beta_m$ | 8.33177             | $\eta \mu$                                                              | 9.03085 |
| $h \sin \zeta \sin \beta_m$                     | 9.52101             | $2 \cos \frac{1}{2} \gamma^2$                                           | 0.29977 |
| Add.                                            | 0.02722             | $\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma$                                  | 8.73108 |
| $\log [\dots]$                                  | 9.54823             | $\sin \theta_m$                                                         | 9.53069 |
| $\log q$                                        | 9.50983             | $M \sin \theta_m$                                                       | 9.64684 |
| $\log s$                                        | 9.22070             | $\sin \theta$                                                           | 9.86433 |
| $G - \lambda_m$                                 | $94^\circ 41' 55''$ | Add.                                                                    | 0.20576 |
| $\cos(G - \lambda_m)$                           | 8.91336             | $h \sin \vartheta$                                                      | 9.56955 |
| $g \cos \beta_m$                                | 8.84364             | $(\sin \theta, + M \sin \theta_m) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma$ | 8.80117 |
| $\log I$                                        | 7.75700             | Subt.                                                                   | 9.91884 |
| $\log II$                                       | 9.05806             | $\log \text{Nenner}$                                                    | 9.48839 |
| Add.                                            | 0.02119             | $q, \sin \theta_m$                                                      | 9.90452 |
| $\log \{\dots\}$                                | 9.907925            | $q, \sin \theta_m \operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma$                 | 7.77160 |
| $q, : s$                                        | 0.28913             | Subtr.                                                                  | 9.98887 |
| $P$                                             | 9.36838             | $\log \text{Zähler}$                                                    | 9.35725 |

$$dq, : dM = 9.86886.$$

Weiter findet sich nach 47) (pag. 303):

$$\begin{aligned} M : \text{Mod.} & \quad 0.47837 \\ d \log M & \quad 6_n 22531 \\ Md \log M : \text{Mod.} & \quad 6_n 70368 \\ dq, & \quad + 0.000374. \end{aligned}$$

Da die geocentrische und heliocentrische Bewegung des Kometen bedeutend ist, wird der Differentialquotient  $dq : d \log M$  nicht sehr gross gefunden, wiewohl derselbe im Nenner (vergl. 10) pag. 280) ein Glied erster Ordnung enthält: die verbesserte geocentrische Distanz, welche zur Berechnung der neuen Elemente verwendet werden soll, ist sonach:

$$q, = 0.323466 + 0.000374 = 0.323840,$$

und es findet sich mit dem verbesserten Werthe von  $\log M = 0.115983$ :

$$\begin{aligned} \log q, & \quad 9.510330 \\ \log q_m & \quad 9.626313. \end{aligned}$$

Da sich die Berechnung der Elemente und die Darstellung des mittleren Ortes in derselben Weise, wie dies oben geschehen ist, bewerkstelligen lässt, werden hier nur die Hauptmomente der Rechnung angeführt; es soll aber besonders hervorgehoben werden, dass die in Anwendung gebrachten Zeiten um die mit den Zahlen der ersten Rechnung erhaltenen Werthe der Planetenaberration verbessert sind und für  $t_n$  jener Werth angenommen wurde, welcher dem für die Darstellung des mittleren Ortes gefundenen  $q_n$  entspricht, nämlich  $t_n = \text{Juni } 28.429841$ ; diese Zahl unterscheidet sich nicht wesentlich von dem früher erhaltenen Näherungswerthe.

$$\begin{aligned} l, &= 277^\circ 10' 37''3 & l_m &= 283^\circ 6' 29''3 \\ \text{tg } b, &= 9.335926 & \text{tg } b_m &= 9.624703 \\ r, &= 9.878296 & r_m &= 9.898900 \\ u, &= 13^\circ 41' 37''0 & u_m &= 25^\circ 43' 20''7 \\ v, &= 19 \ 25 \ 43.4 & v_m &= 31 \ 27 \ 27.1. \end{aligned}$$

#### Elemente.

$$T = 1881 \text{ Juni } 16.489005 \text{ mittl. Berl. Zeit.}$$

$$\left. \begin{aligned} \pi &= 265^\circ 13' 56''4 \\ \Omega &= 270 \ 58 \ 2.8 \\ i &= 63 \ 28 \ 39.1 \\ \log q &= 9.865750. \end{aligned} \right\} \text{mittl. Äquin. } 1881.0$$

$$\begin{aligned} v_n &= 25^\circ 34' 54''5 & \log r_n &= 9.887577 \\ \lambda_n^\circ &= 89 \ 43 \ 47.5 & \log q_n &= 9.566861 \\ \beta_n^\circ &= + 39 \ 28 \ 25.1 & \cotg J^\circ &= 9_n 199883 \\ d\lambda_n \cos \beta_n &= + 0''5 & d\beta_n &= - 0''4. \end{aligned}$$

Die Darstellung des mittleren Ortes ist in Hinsicht auf die nur sechsstellig geführte Rechnung mehr als hinreichend genau und berechtigt zu dem Schlusse, dass die Beobachtungen und die Rechnung mit keinen wesentlichen Fehlern behaftet sind

und die parabolische Hypothese sich innerhalb des beobachteten Bogens als genügend erweist. Die Differenz von zehn Einheiten der sechsten Stelle in den Logarithmen der Grössen  $\cotg J^0$  und  $\cotg J$  erklärt sich hinreichend aus der Unsicherheit der Rechnung; eine Änderung von 0"6 in der Länge würde dieselbe sofort verschwinden machen.

Die Berechnung der Elemente des Kometen erscheint somit beendet; um aber die ganze Rechnung einer durchgreifenden Prüfung zu unterwerfen, soll noch aus den erhaltenen Elementen eine genaue Ephemeride berechnet werden, wobei sich Gelegenheit bietet, die Anlage einer solchen Rechnung durch ein ausführliches Beispiel zu erläutern. Um den Gang in den Differenzwerthen der zu erhaltenden Coordinaten, soweit es die Rechnung gestattet, möglichst regelmässig zu gestalten, soll die Ephemeridenrechnung siebenstellig geführt werden; man wird aber nicht erwarten dürfen, dass die Darstellung der Orte adäquat der siebenstelligen Rechnung gefunden werden wird, weil die Verbindung der beobachteten Orte mit den Elementen nur durch eine sechsstellige Rechnung hergestellt erscheint.

Mit  $\varepsilon = 23^\circ 27' 17'' 07$  wurden aus den obigen Elementen nach den Formeln 14) (pag. 18) die Äquatorconstanten ermittelt und mit Rücksicht auf die parabolische Form der Bahn zur Berechnung der rechtwinkligen heliocentrischen Coordinaten die Formeln 16) (pag. 19) gewählt; hierdurch erhielt man:

|      |                 |          |             |
|------|-----------------|----------|-------------|
| $A'$ | 356° 25' 50" 00 | $\log m$ | 9.515 8673  |
| $B'$ | 243 25 18.17    | $\log n$ | 9.857 6287  |
| $C'$ | 328 28 51.95    | $\log p$ | 9.827 1323. |

Die nachfolgende Ephemeride enthält alle für die Herstellung derselben nöthigen Zahlen. Die bei der Rechnung auftretenden Sonnencoordinaten, sowie die zur Reduction auf das wahre Äquinoctium erforderlichen Grössen  $f$ ,  $g$ ,  $G$ , sind dem Berliner Jahrbuch entnommen. Die mit  $\Delta v$  und  $\Delta \log \sec \frac{1}{2} v^2$  bezeichneten Zeilen betreffen die successiven Differenzwerthe der wahren Anomalien und die mit umgekehrten Zeichen genommenen Differenzen von  $\log \cos \frac{1}{2} v^2$ ; diese Zahlenreihe dient dazu, um aus den für den ersten Ort erhaltenen Werthen von  $A' + v$ ,  $B' + v$ ,  $C' + v$ ,  $\log m \sec \frac{1}{2} v^2$ ,  $\log n \sec \frac{1}{2} v^2$ ,  $\log p \sec \frac{1}{2} v^2$  durch successive Addition die für die übrigen Orte geltenden zu bekommen, so dass die Übereinstimmung der Werthe des letzten Ortes mit dem direct berechneten eine Controle für die Richtigkeit der Zwischenzahlen liefern wird. Die Correctionen, welche schliesslich an die ermittelten Rectascensionen und Declinationen angebracht erscheinen, stellen die Reduction auf den wahren Ort vor und sind nach den einfachen Formeln (vergl. pag. 251):

$$\Delta \alpha = f + g \sin (G + \alpha) \operatorname{tg} \delta$$

$$\Delta \delta = g \cos (G + \alpha),$$

berechnet, denn die Fixsternaberration wird, weil man dieselbe bei Vergleich mit den Beobachtungen stets gleichzeitig mit der Planetenaberration durch die Subtraction der Aberrationszeit von der Beobachtungszeit berücksichtigt, bei Ephemeriden niemals in Rechnung gezogen. Die Ephemeride gibt geocentrische Orte, weshalb die Beobachtungen vor Vergleich mit denselben um die Parallaxe (vergl. pag. 35) zu corrigiren sind.



| 1881                                                | June 23-5      | June 24-5      | June 25-5      | June 26-5      | June 27-5      | June 28-5      | June 29-5      | June 30-5      | July 1-5        | July 2-5        |
|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| $\log \frac{t}{M}$                                  | 0-845 7797     | 0-903 6864     | 0-954 7728     | 1-000 4772     | 1-041 8266     | 1-079 5790     | 1-114 3105     | 1-146 4689     | 1-176 4095      | 1-204 4184      |
| $\log M$                                            | 1-047 1547     | 1-105 0614     | 1-156 1478     | 1-201 8522     | 1-243 2016     | 1-280 9540     | 1-315 6855     | 1-347 8439     | 1-377 7845      | 1-405 7934      |
| $\frac{1}{v}$                                       | 15° 21' 4" 45  | 17° 28' 40" 14 | 19° 34' 49" 52 | 21° 39' 24" 22 | 23° 42' 16" 78 | 25° 43' 20" 38 | 27° 42' 29" 04 | 29° 39' 33" 60 | 31° 34' 41" 61  | 33° 30' 37" 40  |
| $\cos \frac{1}{2} v^2$                              | 7 40 32-22     | 8 44 20-07     | 9 47 24-76     | 10 49 42-11    | 11 51 8-39     | 12 51 40-19    | 13 51 14-52    | 14 49 48-80    | 15 47 20-80     | 16 43 48-70     |
| $\Delta \log \sec \frac{1}{2} v^2$                  | 9-992 1825     | 9-989 8576     | 9-987 2577     | 9-984 3949     | 9-981 2816     | 9-977 9310     | 9-974 3569     | 9-970 5731     | 9-966 5936      | 9-962 4326      |
| $\frac{1}{b}$                                       | + 2 3249       | + 2 5999       | + 2 8628       | + 3 1133       | + 3 3506       | + 3 5741       | + 4 1904       | + 4 3795       | + 4 5410        | + 5 1010        |
| $\frac{1}{b^2}$                                     | + 2° 7' 35" 69 | + 2° 6' 9" 38  | + 2° 4' 34" 70 | + 2° 2' 52" 56 | + 2° 1' 3" 60  | + 1° 59' 8" 66 | + 1° 57' 8" 56 | + 1° 55' 4" 01 | + 1° 52' 55" 79 | + 1° 50' 27" 40 |
| $\frac{1}{b^3}$                                     | 11 46 54-45    | 13 54 30-14    | 16 0 39-52     | 18 5 14-22     | 20 8 6-78      | 22 9 10-38     | 24 8 19-04     | 26 5 27-60     | 28 0 31-61      | 29° 53' 27" 40  |
| $\frac{1}{b^4}$                                     | 258 46 22-62   | 260 53 58-31   | 263 0 7-69     | 265 4 42-39    | 267 7 34-93    | 269 8 38-55    | 271 7 47-21    | 273 4 25-77    | 274 59 59-78    | 276 52 55-57    |
| $\frac{1}{b^5}$                                     | 343 49 56-40   | 345 57 32-09   | 348 3 41-47    | 350 8 16-17    | 352 11 8-73    | 354 12 12-33   | 356 11 20-99   | 358 8 59-55    | 360 3 33-56     | 362 1 56 29-35  |
| $\sin (A' + v)$                                     | 9-310 0237     | 9-380 8801     | 9-440 6282     | 9-492 0133     | 9-536 8573     | 9-576 4337     | 9-611 6657     | 9-643 2534     | 9-671 7345      | 9-697 5351      |
| $m \sec \frac{1}{2} v^2$                            | 9-523 6848     | 9-526 0097     | 9-528 6096     | 9-531 4724     | 9-534 3857     | 9-537 9363     | 9-541 5104     | 9-545 2942     | 9-549 2737      | 9-553 4347      |
| $\frac{1}{x}$                                       | + 0-068 1881   | + 0-080 7030   | + 0-093 1618   | + 0-105 5567   | + 0-117 8608   | + 0-130 1275   | + 0-142 2906   | + 0-154 3646   | + 0-166 3444    | + 0-178 2855    |
| $\frac{1}{x^2}$                                     | + 0-044 7701   | + 0-061 6745   | + 0-078 5620   | + 0-095 4273   | + 0-112 2658   | + 0-129 0714   | + 0-145 8403   | + 0-162 5671   | + 0-179 2469    | + 0-195 8746    |
| $\sin (B' + v)$                                     | 9-991 6085     | 9-994 4986     | 9-996 7527     | 9-998 3558     | 9-999 4535     | 9-999 9516     | 9-999 9155     | 9-999 3713     | 9-998 3442      | 9-996 8595      |
| $m \sec \frac{1}{2} v^2$                            | 9-865 4462     | 9-867 7711     | 9-870 3710     | 9-873 2338     | 9-876 3471     | 9-879 6977     | 9-883 2718     | 9-887 0556     | 9-891 0351      | 9-895 1961      |
| $\frac{1}{y}$                                       | + 0-719 5397   | + 0-728 2319   | + 0-736 4168   | + 0-744 0971   | + 0-751 2779   | + 0-757 9633   | + 0-764 1653   | + 0-769 8868   | + 0-775 1386    | + 0-779 9300    |
| $\frac{1}{y^2}$                                     | + 0-931 6886   | + 0-930 9148   | + 0-929 8776   | + 0-928 8573   | + 0-927 0140   | + 0-925 1883   | + 0-923 1010   | + 0-920 7529   | + 0-918 1448    | + 0-915 2776    |
| $\sin (C' + v)$                                     | 9-444 7459     | 9-434 9223     | 9-423 7933     | 9-412 7034     | 9-401 4170     | 9-390 3077     | 9-379 2960     | 9-368 2960     | 9-357 2960      | 9-346 2960      |
| $m \sec \frac{1}{2} v^2$                            | 9-834 9498     | 9-837 2747     | 9-839 8746     | 9-842 7374     | 9-845 8507     | 9-849 2013     | 9-852 7754     | 9-856 5592     | 9-860 5387      | 9-864 6997      |
| $\frac{1}{z}$                                       | + 0-190 4126   | + 0-166 8004   | + 0-143 0717   | + 0-119 2452   | + 0-095 3384   | + 0-071 3689   | + 0-047 3356   | + 0-023 3084   | + 0-000 7510    | + 0-024 8101    |
| $\frac{1}{z^2}$                                     | + 0-404 2320   | + 0-403 8956   | + 0-403 4450   | + 0-402 8802   | + 0-402 2013   | + 0-401 4087   | + 0-400 5088   | + 0-399 4838   | + 0-398 3519    | + 0-397 1079    |
| $\sin \alpha \cos \delta = y + Y$                   | 9-326 6408     | 9-306 8171     | 9-286 5930     | 9-265 9498     | 9-244 8610     | 9-223 2960     | 9-201 2315     | 9-178 5917     | 9-155 3548      | 9-131 4506      |
| $\sin \alpha \cos \delta = x + X$                   | 9-997 3701     | 9-998 0945     | 9-998 7668     | 9-999 3463     | 9-999 7784     | 9-999 9913     | 9-999 8917     | 9-999 3591     | 9-998 2395      | 9-996 3387      |
| $\sin \alpha \cos \delta = z + Z$                   | 8-369 5498     | 8-279 4045     | 8-164 3469     | 8-005 5837     | 7-749 3730     | 7-023 7050     | 7-550 1917     | 7-913 9462     | 8-110 6738      | 8-246 7226      |
| $\sin \alpha \cos \delta = \frac{1}{2} \cos \delta$ | 9-330 0471     | 9-374 9228     | 9-415 5964     | 9-452 7598     | 9-486 9444     | 9-518 5663     | 9-547 9382     | 9-575 3904     | 9-601 0849      | 9-625 2280      |
| $\sin \alpha \cos \delta = \frac{1}{2} \sin \delta$ | 9-849 8729     | 9-880 0721     | 9-904 1050     | 9-923 1972     | 9-938 3512     | 9-950 3790     | 9-959 9306     | 9-967 5243     | 9-973 5689      | 9-978 3863      |
| $\sin \alpha \cos \delta = \frac{1}{2} \cos \delta$ | 9-329 2707     | 9-308 7226     | 9-287 8262     | 9-266 6035     | 9-245 0826     | 9-223 3047     | 9-201 3398     | 9-179 3326     | 9-157 1153      | 9-135 1119      |
| $\sin \alpha \cos \delta = \frac{1}{2} \sin \delta$ | 83° 42' 3" 32  | 84° 38' 11" 82 | 85° 41' 3" 38  | 86° 51' 25" 82 | 88° 10' 11" 46 | 89° 38' 17" 35 | 91° 16' 45" 99 | 93° 6' 43" 46  | 95° 9' 19" 65   | 97° 25' 45" 68  |
| $\sin \alpha \cos \delta = \frac{1}{2} \cos \delta$ | + 54-27        | + 57-19        | + 1 0-37       | + 1 3-81       | + 1 7-51       | + 1 11-52      | + 1 15-81      | + 1 20-39      | + 1 25-20       | + 1 30-21       |
| $\sin \alpha \cos \delta = \frac{1}{2} \sin \delta$ | 83 42 57-59    | 84 39 9-01     | 85 42 3-75     | 86 52 29-63    | 88 11 18-97    | 89 39 28-87    | 91 18 1-80     | 92 8 3-85      | 93 10 44-85     | 94 27 15-89     |
| $\sin \alpha \cos \delta = \frac{1}{2} \cos \delta$ | 5° 34' 51" 84  | 5° 38' 36" 60  | 5° 42' 48" 55  | 5° 47' 29" 98  | 5° 52' 45" 26  | 5° 58' 37" 92  | 6° 04' 12" 12  | 6° 10' 22" 99  | 6° 16' 20" 42   | 6° 22' 49" 06   |
| $\sin \alpha \cos \delta = \frac{1}{2} \sin \delta$ | 45° 3' 4" 37   | 49° 21' 0" 12  | 53° 18' 33" 27 | 56° 55' 12" 09 | 60° 11' 17" 61 | 63° 7' 45" 59  | 65° 45' 51" 83 | 68° 7' 2" 61   | 70° 12' 45" 22  | 72° 4' 23" 64   |
| $\sin \alpha \cos \delta = \frac{1}{2} \cos \delta$ | + 0-66         | + 0-93         | + 1-24         | + 1-58         | + 1-97         | + 2-40         | + 2-88         | + 3-42         | + 4-02          | + 4-69          |
| $\sin \alpha \cos \delta = \frac{1}{2} \sin \delta$ | 45 3 3-7       | 49 20 59-2     | 53 18 32-0     | 56 55 10-5     | 60 11 15-6     | 63 7 43-2      | 65 45 48-9     | 68 6 59-2      | 70 12 41-2      | 72 4 18-9       |
| $\log \frac{t}{M}$                                  | 9-480 17       | 9-494 85       | 9-511 49       | 9-529 56       | 9-548 59       | 9-568 19       | 9-588 03       | 9-607 87       | 9-627 52        | 9-646 84        |
| $\log M$                                            | 2° 30' 7"      | 2° 35' 8"      | 2° 41' 9"      | 2° 48' 8"      | 2° 56' 4"      | 3° 4' 5"       | 3° 13' 1"      | 3° 22' 1"      | 3° 31' 5"       | 3° 41' 1"       |
| $\frac{1}{v}$                                       | 8° 16'         | 8° 35'         | 8° 54'         | 9° 13'         | 9° 32'         | 9° 51'         | 10° 10'        | 10° 28'        | 10° 46'         | 11° 5'          |
| $\cos (\frac{1}{2} + \alpha)$                       | 92 18          | 93 13          | 94 15          | 95 24          | 96 42          | 98 9           | 99 46          | 101 35         | 103 35          | 105 51          |
| $\sin (\frac{1}{2} + \alpha)$                       | 8-6035         | 8-7491         | 8-8699         | 8-9736         | 9-0670         | 9-1516         | 9-2295         | 9-3027         | 9-3708          | 9-4363          |
| $\sin (\frac{1}{2} + \alpha)$                       | 1-2192         | 1-2210         | 1-2228         | 1-2246         | 1-2264         | 1-2281         | 1-2299         | 1-2317         | 1-2334          | 1-2351          |
| $\sin (\frac{1}{2} + \alpha)$                       | 9-9996         | 9-9993         | 9-9988         | 9-9981         | 9-9970         | 9-9956         | 9-9937         | 9-9911         | 9-9877          | 9-9834          |
| $\sin (\frac{1}{2} + \alpha)$                       | 0-0008         | 0-0062         | 0-0128         | 0-0186         | 0-0249         | 0-0295         | 0-0346         | 0-0392         | 0-0440          | 0-0491          |
| $\sin (\frac{1}{2} + \alpha)$                       | + 16" 58       | + 19" 34       | + 22" 36       | + 25" 64       | + 29" 19       | + 33" 04       | + 37" 17       | + 41" 59       | + 46" 25        | + 51" 10        |
| $\sin (\frac{1}{2} + \alpha)$                       | + 37-69        | + 37-85        | + 38-01        | + 38-17        | + 38-32        | + 38-48        | + 38-64        | + 38-80        | + 38-95         | + 39-11         |

Die vorstehenden Zahlen geben also folgende Ephemeride, neben welcher die Differenzwerthe angesetzt sind:

| 1881 | 12 <sup>h</sup> m. | Berl. Zt.                                         | $\alpha$ | 1. Diff.                            | 2. Diff.             | 3. Diff.            | 4. Diff.            | log $\varrho$     |
|------|--------------------|---------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Juni | 23                 | 5 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup> 84 |          | + 3 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup> 76 |                      |                     |                     | 9.4802            |
|      | 24                 | 5 38 36.60                                        | + 4      | 11.65                               | + 26 <sup>s</sup> 89 | + 3 <sup>s</sup> 19 | + 0 <sup>s</sup> 28 | 9.4949 + 147 + 19 |
|      | 25                 | 5 42 48.25                                        | + 4      | 41.73                               | + 30.08              | + 3.47              | + 0.36              | 9.5115 + 166 + 15 |
|      | 26                 | 5 47 29.98                                        | + 5      | 15.28                               | + 33.55              | + 3.83              | + 0.33              | 9.5296 + 181 + 9  |
|      | 27                 | 5 52 45.26                                        | + 5      | 52.66                               | + 37.38              | + 4.16              | + 0.24              | 9.5486 + 190 + 6  |
|      | 28                 | 5 58 37.92                                        | + 6      | 34.20                               | + 41.54              | + 4.40              | + 0.25              | 9.5682 + 196 + 2  |
|      | 29                 | 6 5 12.12                                         | + 7      | 20.14                               | + 45.94              | + 4.65              | + 0.10              | 9.5880 + 198 + 1  |
|      | 30                 | 6 12 32.26                                        | + 8      | 10.73                               | + 50.59              | + 4.75              |                     | 9.6079 + 199 — 3  |
| Juli | 1                  | 6 20 42.99                                        | + 9      | 6.07                                | + 55.34              |                     |                     | 9.6275 + 196 — 3  |
|      | 2                  | 6 29 49.06                                        |          |                                     |                      |                     |                     | 9.6468 + 193      |

|      | $\delta$        | 1. Diff.      | 2. Diff.   | 3. Diff.  | 4. Diff. | Aberr. Zt.                                                             |
|------|-----------------|---------------|------------|-----------|----------|------------------------------------------------------------------------|
| Juni | 23 + 45° 3' 3"7 | + 4° 17' 55"5 |            |           |          | 2 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> 7 + 5 <sup>s</sup> 1 + 1 <sup>s</sup> 0 |
|      | 24 + 49 20 59.2 | + 3 57 32.8   | — 20' 22"7 | —         | 31"6     | 2 35.8 + 6.1 + 0.8                                                     |
|      | 25 + 53 18 32.0 | + 3 36 38.5   | — 20 54.3  | +         | 20.9     | 2 41.9 + 6.9 + 0.7                                                     |
|      | 26 + 56 55 10.5 | + 3 16 5.1    | — 20 33.4  | +         | 55.9     | 2 48.8 + 7.6 + 0.5                                                     |
|      | 27 + 60 11 15.6 | + 2 56 27.6   | — 19 37.5  | + 1' 15.6 | + 19.7   | 2 56.4 + 8.1 + 0.5                                                     |
|      | 28 + 63 7 43.2  | + 2 38 5.7    | — 18 21.9  | + 1 26.5  | + 10.9   | 3 4.5 + 8.6 + 0.4                                                      |
|      | 29 + 65 45 48.9 | + 2 21 10.3   | — 16 55.4  | + 1 27.1  | + 0.6    | 3 13.1 + 9.0 + 0.4                                                     |
|      | 30 + 68 6 59.2  | + 2 5 42.0    | — 15 28.3  | + 1 24.0  | — 3.1    | 3 22.1 + 9.4 + 0.2                                                     |
| Juli | 1 + 70 12 41.2  | + 1 51 37.7   | — 14 4.3   |           |          | 3 31.5 + 9.6                                                           |
|      | 2 + 72 4 18.9   |               |            |           |          | 3 41.1                                                                 |

Die Beobachtungszeiten der zur Bahnbestimmung benützten Beobachtungen werden wegen der Aberration der Reihe nach um 2<sup>m</sup> 41<sup>s</sup>4, 3<sup>m</sup> 4<sup>s</sup>0, 3<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>9 zu vermindern sein. Interpolirt man für die so verbesserten Beobachtungszeiten, nachdem dieselben auf den Berliner Meridian übertragen sind, aus der vorstehenden Ephemeride die Rectascensionen und Declinationen, so erhält man der Reihe nach:

| $\alpha$                                          | $\delta$      |
|---------------------------------------------------|---------------|
| 5 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> 01 | + 53° 1' 59"5 |
| 5 58 11.87                                        | + 62 55 57.3  |
| 6 20 10.26                                        | + 70 5 8.6.   |

Die Beobachtungen sind vor ihrer Vergleichung mit diesen Zahlen für die Parallaxe zu verbessern. Da die Beobachtungen im Meridian in der unteren Culmination angestellt wurden, so wird die Berechnung der Parallaxe nach den einfachen Formeln 31) (pag. 36) vorgenommen werden können; man hat nach Ermittlung derselben:

| Beob. $\alpha$                                    | Parallaxe         | Beob. $\delta$ | Parallaxe | Beob.-Rechng.     |           |
|---------------------------------------------------|-------------------|----------------|-----------|-------------------|-----------|
|                                                   |                   |                |           | $d\alpha$         | $d\delta$ |
| 5 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> 01 | 0 <sup>s</sup> 00 | + 53° 1' 34"6  | + 25"2    | 0 <sup>s</sup> 00 | + 0"3     |
| 5 58 11.94                                        | 0.00              | + 62 55 35.8   | + 20.2    | + 0.07            | — 1.3     |
| 6 20 10.30                                        | 0.00              | + 70 4 53.3    | + 16.1    | + 0.04            | + 0.8.    |

Die Unterschiede sind kleiner, als sie nach einer nur sechsstellig geführten Elementenrechnung erwartet werden durften und geben daher Zeugnis für die Richtigkeit der gesamten Rechnung.

Man kann die vorstehende Ephemeride auch zur Bildung eines Normalortes (vergl. Band II pag. 371) benützen, doch darf man dann nur Beobachtungen zusammenfassen, welche einander verhältnismässig nahe liegen. Der Grund dieser Beschränkung liegt darin, dass die obige Ephemeride auf Beobachtungen beruht, die nur um je drei Tage von einander abstehen, weshalb die für die Bildung des Normalortes erforderliche Bedingung, dass die Abweichung der Ephemeride von den Beobachtungen der Hauptsache nach linear mit der Zeit fortschreite, für grössere Zeitintervalle möglicherweise nicht erfüllt sein kann. Es soll der Normalort für Juni 28.5 gebildet werden, der in dem weiter unten folgenden dritten Beispiele Verwendung finden wird. Die zur Grundlage dienenden Beobachtungen seien:

|                                      | Ortszeit                                           | $\alpha$                                           | $\delta$        | Aberr. Zt.                         | log $q$ |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------|
| 1881 Juni 28 Pulkowa (Meridiankreis) | 11 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup> .8 | 5 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> .94 | + 62° 55' 35".8 | — 3 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup> .0 | 9.5670  |
| „ „ „ (Pass.Inst.u.Vert.Kr.)         | 11 29 45.8                                         | 5 58 11.95                                         | + 62 55 36.3    | — 3 4.0                            | 9.5670  |
| „ „ Madrid (Meridiankreis)           | 11 29 59.0                                         | 5 58 47.70                                         | + 63 11 24.0    | — 3 4.7                            | 9.5687  |
| „ „ Strassburg (Refractor)           | 14 34 8.0                                          | 5 59 24.79                                         | + 63 27 24.0    | — 3 5.5                            | 9.5706. |

Berechnet man zu diesen Beobachtungen die Correctionen für Parallaxe, wobei für die letzte Beobachtung das Formelsystem 30) (pag. 35) zu benützen ist und interpolirt für die um die Aberration corrigirten Berliner Zeiten aus der obigen Ephemeride die polaren Coordinaten, so erhält man:

| Parallaxe          |             | Berechnete Coordinaten                             |                 | Beob.-Rechng.        |           |
|--------------------|-------------|----------------------------------------------------|-----------------|----------------------|-----------|
| in $\alpha$        | in $\delta$ | $\alpha$                                           | $\delta$        | $d\alpha$            | $d\delta$ |
| 0 <sup>s</sup> .00 | + 20".2     | 5 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> .87 | + 62° 55' 57".3 | + 0 <sup>s</sup> .07 | — 1".3    |
| 0.00               | + 20.2      | 5 58 11.87                                         | + 62 55 57.3    | + 0.08               | — 0.8     |
| 0.00               | + 23.2      | 5 58 47.05                                         | + 63 11 48.1    | + 0.65               | — 0.9     |
| — 1.69             | + 17.7      | 5 59 23.14                                         | + 63 27 43.1    | — 0.04               | — 1.4.    |

Die oben stehende Ephemeride bedarf daher im Mittel der Correction:

$$d\alpha = + 0^s.19 \quad d\delta = - 1".1,$$

die man für die Berliner Mitternacht des 28. Juni geltend annehmen darf; die Verbindung dieser Correction mit dem Ephemeridenorte gibt den wahren Ort:

$$\begin{aligned} 1881 \text{ Juni } 28.5 \quad \alpha &= 89^\circ 39' 31".6 \\ \delta &= + 63 \quad 7 \quad 42.1. \end{aligned}$$

Es sind nun die Formeln, welche bei dem Eintritte des Ausnahmefalles mit Vortheil in Anwendung gezogen werden können, durch ein ausführliches Beispiel zu erläutern.

Zu diesem Zwecke sollen drei Beobachtungen des Kometen III. 1869 gewählt werden, den seine Wiederkehr im Jahre 1881 als periodisch erkennen liess; dieselben sind:

|      | Beobacht. | Ort    | Ortszeit                                        | app. $\alpha$                                      | app. $\delta$   |
|------|-----------|--------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|
| 1869 | Novb. 29  | Wien   | 10 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> | 22 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup> 57 | + 15° 28' 20" 0 |
|      | „ Decb. 4 | Bonn   | 9 45 25                                         | 23 29 52.32                                        | + 18 23 27.9    |
|      | „ „ 9     | Krakau | 10 44 4                                         | 0 6 22.54                                          | + 21 5 33.2.    |

Da vorausgesetzt wird, dass keine Näherungen für die Elemente bekannt seien, so sollen für die Reduction der Beobachtungen die im Anhange aufgeführten Vorschriften befolgt werden, wiewohl man sich bei der thatsächlichen Anwendung manche Übergehungen gestatten darf. Diese die Bahnbestimmung vorbereitenden Rechnungen sollen jedoch nur in den Hauptresultaten mitgetheilt werden, da das vorangehende Beispiel schon Gelegenheit geboten hat, die Anlage der Rechnung zu zeigen. (vergl. pag. 311 ff.) Nimmt man die Längendifferenzen der drei Beobachtungsorte gegen Berlin mit  $-11^m 56^s 8$ ,  $+25^m 11^s 6$ ,  $-26^m 15^s 2$  an, reducirt damit die Ortszeiten auf den Berliner Meridian, verwandelt dann die erhaltenen Zeiten in Decimaltheile des Tages (Tafel XIX Band II) und entlehnt dem Berliner Jahrbuche die zugehörigen Sonnencoordinaten und die Reductionsgrößen für die Berechnung der scheinbaren Orte, so findet man folgende Grundlagen der Rechnung:

| 1869            | $L$            | $B$     | $\log R$  | $f$      | $\log g$ | $G$    | $\log h$ | $H$     | $\log i$ |
|-----------------|----------------|---------|-----------|----------|----------|--------|----------|---------|----------|
| Novb. 29.417850 | 247° 44' 37" 0 | + 0" 84 | 9.993 818 | + 27" 46 | 1.1146   | 23° 7' | 1.3056   | 20° 34' | 0.4885   |
| Decb. 4.424035  | 252 49 31.2    | + 0.59  | 9.993 502 | + 28.23  | 1.1251   | 22 40  | 1.3076   | 15 49   | 0.3800   |
| „ 9.429037      | 257 54 44.8    | - 0.03  | 9.993 222 | + 29.01  | 1.1355   | 22 9   | 1.3091   | 11 6    | 0.2301.  |

Nach Anhang I. A. 2) erhält man die Reductionen auf den scheinbaren Ort nebst den kleinen Aberrationsgliedern (vergl. pag. 311, 312) und die daraus resultirenden mittleren Orte wie folgt:

|   | Reduct.  |          | kl. Aberr. Gld. |          | mittl. $\alpha$ | mittl. $\delta$ |
|---|----------|----------|-----------------|----------|-----------------|-----------------|
|   | $\alpha$ | $\delta$ | $\alpha$        | $\delta$ |                 |                 |
| 1 | + 29" 67 | + 21" 25 | - 0" 15         | + 0" 06  | 344° 13' 54" 0  | + 15° 27' 58" 7 |
| 2 | + 32.47  | + 21.50  | - 0.11          | + 0.08   | 352 27 32.4     | + 18 23 6.3     |
| 3 | + 35.93  | + 21.24  | - 0.05          | + 0.10   | 1 35 2.2        | + 21 5 11.9.    |

Die Längen und Breiten der Sonne bedürfen keiner Correction, weil die dem Berliner Jahrbuche entlehnten Coordinaten sich bereits auf das mittlere Äquinocmium des Jahresanfanges beziehen. Mit der mittleren Schiefe ( $\epsilon = 23^\circ 27' 22'' 5$ ) wurden die Rectascensionen und Declinationen nach Anhang I. A. 4) in Längen und Breiten verwandelt (vergl. pag. 314); es ergab sich:

|   | $\lambda$      | $\beta$        |
|---|----------------|----------------|
| 1 | 351° 46' 19" 9 | + 20° 25' 9" 5 |
| 2 | 0 41 17.4      | + 19 48 37.9   |
| 3 | 10 8 37.2      | + 18 38 59.1.  |

Zur Berücksichtigung der Parallaxe und zur Elimination der Sonnenbreiten wurde der Übergang auf den locus fictus gemacht [Anhang I. A. 6) und 7)], die Hauptmomente der Rechnung waren (vergl. pag. 315 ff.):

|                  | 1.                               | 2.                   | 3.                   |
|------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| $\varphi'$       | $+ 48^{\circ} 1' 1$              | $+ 50^{\circ} 32' 4$ | $+ 49^{\circ} 52' 5$ |
| $\log h$         | 9.9992                           | 9.9991               | 9.9991               |
| $\theta$         | $42^{\circ} 11' 7$               | $40^{\circ} 4' 3$    | $59^{\circ} 40' 1$   |
|                  | $\varepsilon = 23^{\circ} 27' 3$ |                      |                      |
| — (Nut. + Präc.) | $= - 0.5$                        |                      |                      |
| $l$              | $55^{\circ} 0' 2$                | $54^{\circ} 31' 7$   | $68^{\circ} 12' 8$   |
| $b$              | $+ 30 12.8$                      | $+ 33 3.2$           | $+ 28 42.0$          |
| $dL$             | $+ 7'' 8$                        | $+ 9'' 0$            | $+ 10'' 6$           |
| $\Delta \log R$  | $+ 0.000 011$                    | $+ 0.000 007$        | $+ 0.000 006$        |
| $10^8 dt$        | $+ 0.3$                          | $+ 0.3$              | $+ 0.4.$             |

Man hat daher für die weitere Rechnung (vergl. Anhang II. A. 1):

|            | $\lambda$                           | $\beta$                  | $L$                      | $\log R$   |
|------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|
| 1869 Novb. | 29.417 850 $351^{\circ} 46' 19'' 9$ | $+ 20^{\circ} 25' 9'' 5$ | $247^{\circ} 44' 44'' 8$ | 9.993 829  |
| Decb.      | 4.424 035 $0 41 17.4$               | $+ 19 48 37.9$           | $252 49 40.2$            | 9.993 509  |
| „          | 9.429 037 $10 8 37.2$               | $+ 18 38 59.1$           | $257 54 55.4$            | 9.993 228. |

Zuerst ist die Entscheidung zu treffen, welche Methode zur Ermittlung von  $\varrho$ , und  $\varrho'''$  eingeschlagen werden soll. Nach Anhang II. A. 2) findet sich:

|                                      |                    |                                                     |                      |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|
| $\operatorname{tg}(\lambda'' - L'')$ | 0.4918             | $\log(\beta' - \beta''')$                           | 2.0260               |
| $\sin \beta''$                       | 9.5301             | $\log \operatorname{compl.}(\lambda''' - \lambda')$ | 6.9577               |
| $W_0$                                | $96^{\circ} 14' 0$ | $\sec \beta''$                                      | 0.0265               |
| $\beta''' - \beta'$                  | $- 106' 173$       | $W'$                                                | $5^{\circ} 50' 7$    |
| $\lambda''' - \lambda'$              | $+ 1102.288$       | $W' - W_0$                                          | $- 90^{\circ} 23' 3$ |

$\cos(W' - W_0)$  wird beläufig  $\frac{1}{148}$ , es ist daher Olbers' Methode, die hier voraussichtlich nicht einmal eine Annäherung abgeben wird, völlig unanwendbar, weshalb man die Formeln des Anhanges II. B.  $\beta$ . zu benützen haben wird.

Nach Anhang II. B.  $\beta$ . 1) ergibt sich:

|                                              |                         |                          |           |
|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------|
| $\lambda''' - \lambda'$                      | $+ 1102' 288$           | $\sin \beta'''$          | 9.504 854 |
| $\beta' - \beta'''$                          | $+ 106.173$             | $\sin(\lambda''' - \Pi)$ | 9.297 516 |
| $\log(\lambda''' - \lambda')$                | 3.042 295               | $\cos \beta'''$          | 9.976 575 |
| $\log(\beta' - \beta''')$                    | 2.026 014               | $N_1$                    | 9.274 091 |
| $\operatorname{tg} J \sin(\lambda''' - \Pi)$ | 9.556 579               | $N_2$                    | 8.488 312 |
|                                              | 9.999 739               | Subt.                    | 9.922 328 |
| $\operatorname{tg} J \cos(\lambda''' - \Pi)$ | 1.016 281               | $N$                      | 9.196 419 |
| $\lambda'' - \Pi$                            | $1^{\circ} 59' 14'' 0$  | $\log(t'' - t')$         | 0.699 507 |
| $' - \Pi$                                    | $1 17 56.6$             | $\log(t''' - t')$        | 1.000 485 |
| $\cotg J$                                    | 8.983 458               | $\log(t''' - t'')$       | 0.699 404 |
| $\lambda' - \Pi$                             | $353^{\circ} 4' 16'' 5$ | $\tau'''$                | 9.236 118 |
| $\lambda''' - \Pi$                           | $11 26 33.8$            | $\tau''$                 | 9.537 096 |

|                       |                        |                          |                        |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| $L_m - II$            | 254° 7' 36" 8          | $\tau'$                  | 9·236 015              |
| $\sin(L_m - II)$      | 9 <sub>n</sub> 983 116 | $\tau' : \tau''$         | 9·999 897              |
| $R_m \sin(L_m - II)$  | 9 <sub>n</sub> 976 625 | $Z : N$                  | 9·969 833              |
| $\sin \beta$          | 9·542 686              | $\log M$                 | 9·969 730              |
| $\sin(\lambda, - II)$ | 9 <sub>n</sub> 081 474 | $\tau' \tau''$           | 8·773 111              |
| $\cos \beta$          | 9·971 815              | $R_m \sin(L_m - II) : N$ | 0 <sub>n</sub> 780 206 |
| $Z_1$                 | 9·053 289              | $\log F$                 | 9 <sub>n</sub> 553 317 |
| $Z_2$                 | 8·526 144              | Add.                     | 0·300 729              |
| Add.                  | 0·112 963              | $R, + R_m$               | 0·294 558              |
| $Z$                   | 9·166 252              | $(R, + R_m)^3$           | 0·883 674              |

$$C + 0·046 735.$$

Anhang II. B.  $\beta$ . 2):

|                       |                        |                         |                         |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $\lambda, - L,$       | 104° 1' 35" 1          | $\lambda_m - L_m$       | 112° 13' 41" 8          |
| $\cos(\lambda, - L,)$ | 9 <sub>n</sub> 384 478 | $\cos(\lambda_m - L_m)$ | 9 <sub>n</sub> 577 833  |
| $\cos \beta$          | 9·971 815              | $\cos \beta_m$          | 9·976 575               |
| $\sin(\lambda, - L,)$ | 9·986 854              | $\sin(\lambda_m - L_m)$ | 9·966 463               |
| $\sin \psi, \cos P,$  | 9·958 669              | $\sin \psi_m \cos P_m$  | 9·943 038               |
|                       | 9·970 172              |                         | 9·972 898               |
| $\sin \psi, \sin P,$  | 9·542 686              | $\sin \psi_m \sin P_m$  | 9·504 854               |
| $\sin \psi,$          | 9·988 497              | $\sin \psi_m$           | 9·970 140               |
| $\cos \psi,$          | 9 <sub>n</sub> 356 293 | $\cos \psi_m$           | 9 <sub>n</sub> 554 408. |

Anhang II. B.  $\beta$ . 3):

|                      |               |                  |                        |
|----------------------|---------------|------------------|------------------------|
| $L_m - L,$           | 10° 10' 10" 6 | $g \cos(G - L,)$ | 8 <sub>n</sub> 226 116 |
| $\sin(L_m - L,)$     | 9·246 899     |                  | 9·997 974              |
| $R_m$                | 9·993 228     | $g \sin(G - L,)$ | 9·240 127              |
| $\cos(L_m - L,)$     | 9·993 123     | $G - L,$         | 95° 31' 49" 6          |
| $R_m \cos(L_m - L,)$ | 9·986 351     | $G$              | 343 16 34·4            |
| $R,$                 | 9·993 829     | $\log g$         | 9·242 153.             |
| Subt.                | 8·239 765     |                  |                        |

Anhang II. B.  $\beta$ . 4) und 5):

|                                          |               |                       |                        |
|------------------------------------------|---------------|-----------------------|------------------------|
| $\lambda_m - \lambda,$                   | 18° 22' 17" 3 | $H - \lambda_m$       | 91° 6' 17" 8           |
| $\sin(\lambda_m - \lambda,)$             | 9·498 554     | $H$                   | 101 14 55·0            |
| $\cos(\lambda_m - \lambda,)$             | 9·977 281     | $\log h$              | 9·476 737              |
| $\cos \beta, \cos(\lambda_m - \lambda,)$ | 9·949 096     | $\sin \zeta$          | 9 <sub>n</sub> 227 718 |
| $M \cos \beta_m$                         | 9·946 305     | $\cos \zeta$          | 9·993 713              |
| Subt.                                    | 7·809 333     |                       |                        |
| $M \sin \beta_m$                         | 9·474 584     | $(G - H)$             | 242° 1' 39" 4          |
| $\sin \beta,$                            | 9·542 686     | $\cos(G - H)$         | 9 <sub>n</sub> 671 215 |
| Subt.                                    | 9·229 871     | $\sin(G - H)$         | 9 <sub>n</sub> 946 046 |
| $h \cos \zeta \sin(H - \lambda_m)$       | 9·470 369     | $\sin \varphi \cos Q$ | 9 <sub>n</sub> 939 759 |
|                                          | 9·999 919     |                       |                        |

|                                     |                        |                       |                         |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| $h \cos \zeta \cos (H - \lambda_m)$ | 7 <sub>n</sub> 755 638 |                       | 9 <sub>n</sub> 991 972  |
| $h \sin \zeta$                      | 8 <sub>n</sub> 704 455 | $\sin \varphi \sin Q$ | 9 <sub>n</sub> 227 718  |
|                                     | 9.993 713              | $\sin \varphi$        | 9.947 787               |
| $h \cos \zeta$                      | 9.470 450              | $\cos \varphi$        | 9 <sub>n</sub> 664 928. |

Anhang II. B.  $\beta$ . 6):

|                                     |                        |                 |                        |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|
| $\cos \zeta \cos (H - \lambda_m)$   | 8 <sub>n</sub> 278 901 | $g : h$         | 9.765 416              |
| $\nu_1$                             | 8 <sub>n</sub> 255 476 | $\gamma_1$      | — 0.269 367            |
| $\nu_2$                             | 8 <sub>n</sub> 732 572 | $\log \gamma_2$ | 9.380 780              |
| Add.                                | 0.124 945              | $\log A$        | 9.189 940              |
| $\log \nu$                          | 8 <sub>n</sub> 857 517 | $\log A^2$      | 8.379 880              |
| $G - \lambda_m$                     | 333° 7' 57" 2          | $\log \Phi$     | 1 <sub>n</sub> 072 812 |
| $\cos (G - \lambda_m)$              | 9.950 391              | $\nu^2$         | 7.715 034              |
| $\cos \beta_m \cos (G - \lambda_m)$ | 9.926 966              | $1 - \nu^2$     | 9.997 741              |
| $\nu \cos \varphi$                  | 8.522 445              | $\log \Psi$     | 0 <sub>n</sub> 545 049 |
| Subt.                               | 9.982 543              | $f$             | — 0.223 935            |
| $\xi : 2g$                          | 9 <sub>n</sub> 909 509 | $f_m$           | — 0.352 887            |
| $2g$                                | 9.543 183              | $\log B$        | 9.982 326              |
| $\log \xi$                          | 9 <sub>n</sub> 452 692 | $\log B_m$      | 9.963 368.             |

Die Resultate der Versuche, unten neben einander gestellt, zeigen, dass der dritte Versuch innerhalb der Unsicherheit der Rechnung den zu Grunde gelegten Zahlen genügt. Es sind hierbei zur Berechnung des Einflusses der Planetenaberration die Formeln Anhang II. B.  $\beta$ . 7c) benützt worden; da aber die aus den betreffenden Zahlen resultierende Correction schon nach dem ersten Versuche eine hinreichende Annäherung ergab, so wurde eine weitere Verbesserung nicht mehr angebracht; für den ersten Versuch wurde:

$$R_i + R_m = (r_i + r_m)_a,$$

angenommen, wodurch  $m = 0$  wird.

Anhang II, B.  $\beta$ . 7a):

|                                                                                        | 1. Versuch  | 2. Versuch  | 3. Versuch  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| $\log (r_i + r_m)_a = x$                                                               | 0.294 558   | 0.353 268   | 0.353 857   |
| $\frac{1}{2}x$                                                                         | 0.147 279   | 0.176 634   | 0.176 928   |
| $\frac{3}{2}x$                                                                         | 0.441 837   | 0.529 902   | 0.530 785   |
| $\log \eta$                                                                            | 9.095 259   | 9.007 196   | 9.006 313   |
| Tafel VII $\left\{ \begin{array}{l} \eta \\ \mu \\ \tau''\mu \\ s \end{array} \right.$ | + 0.124 526 | + 0.101 671 | + 0.101 464 |
|                                                                                        | 0.000 282   | 0.000 188   | 0.000 187   |
|                                                                                        | 9.537 378   | 9.537 286   | 9.537 285   |
|                                                                                        | 9.390 099   | 9.360 652   | 9.360 357   |
| $3x$                                                                                   |             | 1.059 804   | 1.061 571   |
| $F : (r_i + r_m)_a$                                                                    |             | — 0.031 154 | — 0.031 027 |
| $m$                                                                                    |             | + 0.015 581 | + 0.015 708 |
| $\log m$                                                                               |             | 8.192 595   | 8.196 121   |

|                         |             |                        |                        |
|-------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| $m\Psi$                 |             | 8 <sub>n</sub> 737 644 | 8 <sub>n</sub> 741 170 |
| $1 + m\Psi$             |             | 9·975 589              | 9·975 385              |
| $m\Phi$                 |             | 9 <sub>n</sub> 265 407 | 9 <sub>n</sub> 268 933 |
| $\chi$                  |             | 9 <sub>n</sub> 240 996 | 9 <sub>n</sub> 244 318 |
| $1 + \chi$              |             | 9·916 886              | 9·916 182              |
| $\sqrt{1 + \chi}$       |             | 9·958 443              | 9·958 091              |
| $A : s$                 | 9·799 841   | 9·829 288              | 9·829 583              |
| $\cos \vartheta$        | 9·799 841   | 9·787 731              | 9·787 674              |
| $\sin \vartheta$        | 9·889 865   | 9·897 510              | 9·897 544              |
| $s : h$                 | 9·913 362   | 9·883 915              | 9·883 620              |
| $s \sin \vartheta : h$  | + 0·635 663 | + 0·604 540            | + 0·604 177            |
| $m\gamma_2$             | 0           | + 0·003 744            | + 0·003 775            |
| $q,$                    | + 0·366 296 | + 0·338 917            | + 0·338 585            |
| $\log q,$               | 9·563 832   | 9·530 093              | 9·529 667              |
| $Mq,$                   | + 0·341 635 | + 0·316 099            | + 0·315 789            |
| $q_m$                   | + 0·341 635 | + 0·331 680            | + 0·331 497            |
| $q, - f,$               | 9·771 022   | 9·750 394              | 9·750 138              |
| $q_m - f_m$             | 9·841 686   | 9·835 416              | 9·835 300              |
| $\text{tang } \theta,$  | 9·788 696   | 9·768 068              | 9·767 812              |
| $\text{tang } \theta_m$ | 9·878 318   | 9·872 048              | 9·871 932              |
| $\cos \theta,$          | 9·930 389   | 9·935 854              | 9·935 920              |
| $\cos \theta_m$         | 9·901 912   | 9·904 170              | 9·904 212              |
| $r,$                    | 0·051 937   | 0·046 472              | 0·046 406              |
| $r_m$                   | 0·061 456   | 0·059 198              | 0·059 156              |
| Add.                    | 0·296 297   | 0·294 713              | 0·294 701              |
| $\log (r, + r_m)_e = y$ | 0·357 753   | 0·353 911              | 0·353 857              |
| $x - y$                 | — 0·063 195 | — 0·000 643            | 0                      |

Anhang II. B.  $\beta$ . 7b) :

|                                   | zum 1. Versuch      | zum 2. Versuch      |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| $\sin \gamma$                     | 9·0955              | 9·0074              |
| $2 \cos \frac{1}{2} \gamma^2$     | 0·2993              | 0·2999              |
| $\text{tang } \frac{1}{2} \gamma$ | 8·7962              | 8·7075              |
| $2 m\Psi$                         |                     | 9 <sub>n</sub> 0387 |
| $1 + 2 m\Psi$                     |                     | 9·9497              |
| $\xi(1 + 2 m\Psi)$                | 9 <sub>n</sub> 4527 | 9 <sub>n</sub> 4024 |
| $2 s \sin \vartheta$              | 9·5810              | 9·5592              |
| $I$                               | 9 <sub>n</sub> 8717 | 9 <sub>n</sub> 8432 |
| $\nu$                             | 8 <sub>n</sub> 8575 | 8 <sub>n</sub> 8575 |
| Add.                              | 0·0401              | 0·0427              |
| $\log [\dots]$                    | 9 <sub>n</sub> 9118 | 9 <sub>n</sub> 8859 |
| $(r, + r_m)^2_a (r, + r_m)^2_e$   | 1·3046              | 1·4144              |

Anhang II. B.  $\beta$ . 7c)

|                            | zum 1. Versuch      |
|----------------------------|---------------------|
| $\log 10^x$                | 0·2946              |
| $\log \text{ Compl. Mod.}$ | 0·3622              |
| $(x - y) : n$              | 8 <sub>n</sub> 7687 |
| $dq, : Q$                  | 9 <sub>n</sub> 4255 |
| $\log dq,$                 | 8 <sub>n</sub> 4791 |
| $dq,$                      | — 0·0301            |
| $\log dq_m^{(1)}$          | — 0·0281            |
| $dq_m^{(2)}$               | + 0·0152            |
| $dq_m$                     | — 0·0129            |
| $dq, - dq_m$               | — 0·0172            |
| $q, - q_m$                 | + 0·0247            |
| $\log Z$                   | 7·875               |



|                                           |                     |                     |                                       |             |
|-------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------|
| $3F:(r,+r_m)^2{}_a(r,+r_m)^2{}_e$         | 8 <sub>n</sub> 7258 | 8 <sub>n</sub> 6160 | log Compl. ( $t_m - t$ )              | 9.000       |
| $\frac{1}{2}(y - x)$                      | + 0.0316            | + 0.0003            | log $\alpha$                          | 7.399       |
| log $\sigma$                              | 8 <sub>n</sub> 7574 | 8 <sub>n</sub> 6163 | $d \log \tau''$                       | + 0.000002. |
| — $\sigma [\dots]$                        | 8 <sub>n</sub> 6692 | 8 <sub>n</sub> 5022 |                                       |             |
| tang $\frac{1}{3}\gamma : \sin \vartheta$ | 8.9063              | 8.8100              |                                       |             |
| Subtr.                                    | 9.8611              | 0.0134              |                                       |             |
| $Qh$                                      | 8.5303              | 8.5156              |                                       |             |
| $Q$                                       | 9.0536              | 9.0389              |                                       |             |
| sin $\theta_m$                            | 9.7802              | 9.7762              |                                       |             |
| $M \sin \theta_m$                         | 9.7499              | 9.7459              |                                       |             |
| sin $\theta$                              | 9.7191              | 9.7039              |                                       |             |
| Add.                                      | 0.2859              | 0.2805              | Anhang II, B. $\beta$ . 8) 1          |             |
| log ( $\dots$ )                           | 0.0358              | 0.0264              | mit den Zahlen des dritten Versuches. |             |
| $Q (\dots)$                               | 9.0894              | 9.0653              | $\Delta t_1 =$                        | — 0.001954  |
| $\sigma \sin \theta_m$                    | 8 <sub>n</sub> 5376 | 8 <sub>n</sub> 3925 | $\Delta t_2 =$                        | — 0.001934  |
| Subt.                                     | 9.8569              | 9.8963              | $\Delta t_3 =$                        | — 0.001913  |
| $P$                                       | 8.9463              | 8.9616              | Die für die Folge zu verwendenden     |             |
| log ( $n - 1$ )                           | 8.8831              | 8.9610              | Beobachtungszeiten sind daher:        |             |
| log $n$                                   | 0.0320              | 0.0380              | $t$ , Nov. 29.415896                  |             |
| log ( $x - y$ )                           | 8 <sub>n</sub> 8007 | 6 <sub>n</sub> 8082 | $t_m$ Dec. 4.422101                   |             |
| $\Delta x$                                | + 0.05871           | + 0.000589.         | $t_m$ Dec. 9.427124.                  |             |

Würde man vermuthen, dass die der Rechnung zu Grunde liegenden Näherungen zu wenig genau sind, so könnte man gleich hier die Perihelzeit und log  $q$  nach den Formeln 33), 34), 35) und 36) (pag. 299) ermitteln, mit den so erhaltenen Werthen von  $r$ ,  $r_m$ ,  $r_{m'}$ ,  $v$ ,  $v_m$  und  $v_{m'}$  nach den Formeln 23) (pag. 290) unter Benützung der eben gefundenen Näherung für  $q$ , den Werth ( $M$ ) berechnen und mit diesem ganz den bei Olbers' Methode zu benützenden Formeln (Anhang II. B.  $\alpha$ ) gemäss die weitere Annäherung zu erreichen suchen; da aber das vorliegende Beispiel hauptsächlich den Zweck verfolgt, zu zeigen, wie man die Rechnung bei einer ersten Bahnbestimmung zu führen hat, um zur Kenntniss der genäherten Elemente zu gelangen, und da auf die in diesem Falle sehr geringfügige Verbesserung der ersten Näherung später ohnedies näher eingegangen wird, so soll dasselbe nicht unterbrochen werden.

Aus  $q$ , und  $q_m$  können nun die Elemente nach den Formeln II. C. des Anhanges bestimmt werden; da sich diese Rechnung in ganz derselben Weise gestaltet, wie in dem ersten Beispiele, so genügt an dieser Stelle die Mittheilung der Hauptzahlen:

Anhang II. C. 1):

|                     |           |              |             |
|---------------------|-----------|--------------|-------------|
| log $q$             | 9.529 667 | log $q_m$    | 9.520 480   |
| $l$ , 51° 35' 30" 0 |           | $l_m$        | 63° 9' 9" 8 |
| log tg $b$          | 9.028 408 | log tg $b_m$ | 8.968 043   |
| log $r$             | 0.046 406 | log $r_m$    | 0.059 158.  |

Man findet hier  $\log r_m$  um zwei Einheiten der sechsten Decimale grösser, als im letzten Versuche; dieser Unterschied erklärt sich ausschliesslich aus der Unsicherheit der logarithmischen Rechnung, weshalb für die folgenden Rechnungen durchwegs das arithmetische Mittel beider Werthe, nämlich:

$$\log r_m = 0.059\ 157,$$

angenommen wurde.

|                      |                                              |                             |
|----------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| Anhang II. C. 2) :   | $\Omega = 292^\circ 56' 42'' 0$              | $i = 6^\circ 56' 9'' 6$ .   |
| ,, „ C. 3a) u. 3b) : | $u_r = 118^\circ 28' 11'' 8$                 | $u_m = 130^\circ 0' 1'' 2$  |
|                      | Probe: $(u_m - u_r) = 11^\circ 31' 49'' 2$ . |                             |
| ,, „ C. 4) :         | $v_r = 10^\circ 49' 28'' 6$                  | $v_m = 22^\circ 21' 18'' 0$ |
|                      | $\omega = 107^\circ 38' 43'' 2$              | $\pi = 40^\circ 35' 25'' 2$ |
|                      | $\log q = 0.042\ 524$ .                      |                             |
| ,, „ C. 5) :         | $T_{(1)} = 20.36752$                         | $T_{(3)} = 20.36742$        |
|                      | $T = \text{Nov. } 20.367\ 470;$              |                             |

die Elemente, übersichtlich zusammengestellt, sind daher:

|                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| $T = 1869\ \text{Nov. } 20.367\ 470$ | mittl. Berliner Zeit |
| $\pi = 40^\circ 35' 25'' 2$          |                      |
| $\Omega = 292^\circ 56' 42'' 0$      |                      |
| $i = 6^\circ 56' 9'' 6$              |                      |
| $\log q = 0.042\ 524;$               |                      |

$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Mittl. Aequinoct.} \\ 1869.0 \end{array}$

die Hauptzahlen für die Darstellung des mittleren Ortes nach Anhang II. D. findet man:

|                                        |                                             |
|----------------------------------------|---------------------------------------------|
| $t_m - T = + 14.054\ 631$              |                                             |
| $v_m = 16^\circ 40' 31'' 1$            |                                             |
| $\log r_m = 0.051\ 753$                |                                             |
| $\lambda_m^\circ = 0^\circ 41' 13'' 3$ | $\lambda_m^\circ - \Pi = 1^\circ 59' 9'' 9$ |
| $\beta_m^\circ = 19^\circ 48' 3'' 8$   | $\sin(\lambda_m^\circ - \Pi) = 8.539\ 788$  |
| $d\lambda_m \cos \beta = + 3'' 9$      | $\tan \beta_m^\circ = 9.556\ 354$           |
| $d\beta_m = + 34.1$                    | $\cotg J^\circ = 8.983\ 434$ .              |

Diese Darstellung ist keine genügende, doch trifft die Methode deshalb kein Vorwurf, denn der für  $\cotg J^\circ$  gefundene Werth stimmt mit dem der Rechnung zu Grunde gelegten innerhalb der Unsicherheit der Rechnung; man hätte nur  $\lambda_m^\circ$  um  $0'' 4$  zu vermehren, damit der berechnete Ort völlig in dem gewählten grössten Kreise liege, und es hat die Methode also, da die Differenz von  $0'' 4$  in der Länge sich durch eine sechsstellige Rechnung nicht verbürgen lässt, in der ersten Annäherung auf die strengen Werthe geführt; weitere Annäherungen würden keine bessere Darstellung erzielen lassen. Da der Komet der Aussage der Beobachter nach ausserordentlich schwierig zu beobachten war, so könnte die grössere Abweichung immerhin den Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden, doch hat gewiss auch die schon früher erwähnte Thatsache, dass der Komet eine sehr kurze Umlaufszeit hat, einen Beitrag zu dieser grossen Differenz geliefert.

Wiewohl nach den gemachten Bemerkungen durch eine Verbesserung der Näherungsannahmen in der Darstellung des mittleren Ortes nichts wesentliches gewonnen werden kann, sollen zur Erläuterung der diesbezüglichen Methode die Werthe für die zweite Annäherung aufgesucht werden. Die hierzu nöthige Berechnung der Formeln 23) (pag. 290) gestaltet sich überaus einfach, da ein grosser Theil der in denselben auftretenden Grössen und Coëfficienten durch die vorangehenden Rechnungen bekannt ist; die mit Benützung der bereits ermittelten Zahlen vollständig durchgeführte Rechnung stellt sich wie folgt:

|                                              |              |                               |             |
|----------------------------------------------|--------------|-------------------------------|-------------|
| $L, - II$                                    | 249° 2' 41"4 | $R, \sin(L, - II)$            | 9,964 111   |
| $L_{III} - II$                               | 259 12 52.0  | $[r_{III}, r_{III}] : [r, r]$ | 9.999 913   |
| $\sin(L, - II)$                              | 9,970 282    | I                             | — 0.920 500 |
| $\sin(L_{III} - II)$                         | 9,992 260    | $R, \sin(L_{III} - II)$       | 9,976 625   |
| $v_{III} - v_{II}$                           | 5° 40' 46"9  | $[r, r_{III}] : [r, r]$       | 0.299 861   |
| $v_{II} - v,$                                | 5 51 2.5     | II                            | + 1.890 104 |
| $v_{III} - v,$                               | 11 31 49.4   | III                           | — 0.967 138 |
| $\sin(v_{III} - v_{II})$                     | 8.995 491    | I + II + III                  | + 0.002 466 |
| $\sin(v_{II} - v,)$                          | 9.008 329    | $\log(I + II + III)$          | 7.391 993   |
| $\sin(v_{III} - v,)$                         | 9.300 786    | $\log m$                      | 8.195 574   |
| $\sin(v_{III} - v_{II}) : \sin(v_{II} - v,)$ | 9.987 162    | $\log(m : [q,])$              | 8.665 907   |
| $r_{III} : r,$                               | 0.012 751    | $\log M$                      | 9.969 746   |
| $\sin(v_{III} - v,) : \sin(v_{II} - v,)$     | 0.292 457    | Add.                          | 0.021 056   |
| $r_{III} : r_{II}$                           | 0.007 404    | $\log(M)$                     | 9.990 802;  |

mit diesem Werthe von  $\log(M)$  wird die Rechnung in derselben Weise, wie bei der Olbers'schen Methode fortgesetzt, so dass es wohl nicht nöthig erscheint, ihren Gang hier besonders anzuführen. Bildet man das Verhältniss  $q_{III} : q,$ , wie dies die Zahlen des letzten Versuches (vergl. pag. 334) ergeben, so findet man für dasselbe den Logarithmus:

$$\log \frac{q_{III}}{q,} = 9.990 813;$$

dieser Werth stellt gewissermassen denjenigen Logarithmus von  $(M)$  dar, welcher der ersten Bahnbestimmung zu Grunde gelegt war, und weicht von dem eben erhaltenen strengen Werthe nur um 11 Einheiten der sechsten Decimale ab, liegt also hinsichtlich der Unsicherheit, mit welcher  $m : q,$  erhalten werden kann, völlig innerhalb der Genauigkeitsgrenzen einer sechststelligen Rechnung, so dass in der That, wie dies schon oben (pag. 336) bemerkt wurde, durch Einführung des verbesserten Werthes von  $(M)$  eine bessere Darstellung des mittleren Ortes nicht erreicht werden wird.

Um nun an einem dritten und letzten Beispiele für die Bestimmung parabolischer Elemente jenes Verfahren zu erläutern, welches eingeschlagen werden kann, wenn bereits Näherungen für die zu suchenden Elemente vorliegen, sollen zwei Beobachtungen des Kometen III. 1881 in Verbindung mit dem oben (pag. 329) ge-

bildeten Normalorte herangezogen, und die oben (pag. 325) ermittelten Elemente hierbei als Näherungswerthe benützt werden. Die beiden Beobachtungen, welche von dem Normalorte der Zeit nach nahezu gleich weit abstehen und die Zwischenzeit von 61 Tagen umfassen, seien:

| Beobachtungsort     | Ortszeit                                        | app. $\alpha$                                    | app. $\delta$  | log $q$ | Aberrst                            |
|---------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|---------|------------------------------------|
| 1881 Mai 28 Cordoba | 6 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup> 7 | 5 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup> 90 | — 31° 59' 4" 3 | 9.8048  | — 5 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup> 1 |
| „ Juli 28 Marseille | 10 39 5.0                                       | 12 39 22.53                                      | + 80 57 39" 0  | 9.9818  | — 7 58.2.                          |

Neben diesen Beobachtungen sind die aus den genäherten Elementen abgeleiteten geocentrischen Distanzen und die daraus resultirenden Aberrationszeiten angesetzt; die Vorbereitung dieser Beobachtungen zur Bahnbestimmung kann daher nach den Vorschriften des Anhanges I. B. durchgeführt werden. Cordoba liegt 5<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 20<sup>s</sup> 0 und Marseille 32<sup>m</sup> 0<sup>s</sup> 3 westlich von Berlin; mit Rücksicht auf die Aberrationszeiten werden daher, da der mittlere Sonnenort sich schon auf Juni 28.5 Berliner Zeit bezieht, und der Bildung nach die Aberrationscorrection enthält, die drei Beobachtungszeiten und die für dieselben dem Berliner Jahrbuche zu entlehnenden Sonnen-coordinaten und Reductionscoefficienten sein:

|                     | mittl. Äquat. 1881.0 |         |           |          |         |        |
|---------------------|----------------------|---------|-----------|----------|---------|--------|
|                     | $L$                  | $B$     | log $R$   | $f$      | log $g$ | $G$    |
| 1881 Mai 28.498 005 | 67° 40' 36" 7        | — 0" 62 | 0.006 017 | + 33" 61 | 1.1690  | 8° 11' |
| Juni 28.500 000     | 97 17 35.4           | — 1.08  | 0.007 210 | + 38.48  | 1.2281  | 8 31   |
| Juli 28.460 499     | 125 52 50.2          | — 1.07  | 0.006 534 | + 42.90  | 1.2742  | 7 18.  |

Die beiden äusseren Beobachtungen sind nach Anhang I. B. 3) von der Parallaxe zu befreien; die Rechnung stellt sich mit Benützung der Tafel III wie folgt:

|                               | Cordoba                                            | Marseille                                          |                                                     | Cordoba  | Marseille |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------|-----------|
| Ortszeit                      | 6 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup> 7    | 10 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup> 0   | $\gamma$                                            | 83° 2' 5 | 97° 2' 3  |
| Accelerat.                    | + 1 7.7                                            | + 1 45.0                                           | $\gamma - \delta$                                   | 115° 1.6 | 16 4.7    |
| Sternzeit im B. Mittag + Red. | 4 25 21.6                                          | 8 25 5.9                                           | $A : \varrho$                                       | 9.8974   | 9.6516    |
| Orts-Sternzeit $\theta$       | 11 18 35.0                                         | 19 5 55.9                                          | $\sin(\theta - \alpha) \sec \delta$                 | 0.0703   | 0.8009    |
| $\theta - \alpha$             | $\begin{cases} 6 16 59.1 \\ 94° 14' 8 \end{cases}$ | $\begin{cases} 6 26 33.4 \\ 96° 38' 3 \end{cases}$ | Parall. in $\alpha$                                 | + 0° 93  | + 2° 83   |
| $\cos \delta$                 | 9.9285                                             | 9.1962                                             | $\sin(\gamma - \delta)$                             | 9.9572   | 9.4424    |
| $\sin(\theta - \alpha)$       | 9.9988                                             | 9.9971                                             | $\sin \gamma$                                       | 9.9968   | 9.9967    |
| $\cos(\theta - \alpha)$       | 8.8696                                             | 9.0629                                             | $\sin(\gamma - \delta) \operatorname{cosec} \gamma$ | 9.9604   | 9.4457    |
| tang $\varphi'$               | 9.7831                                             | 9.9714                                             | $D : \varrho$                                       | 0.8566   | 0.7991    |
|                               |                                                    |                                                    | Parall. in $\delta$                                 | — 6" 6   | + 1" 8.   |

Bringt man diese Correctionen an die beobachteten Werthe an, so erhält man, da die Aberration bereits vollständig berücksichtigt ist, sofort wahre Orte d. h. die Coordinaten erscheinen auf das wahre Äquinocmium bezogen, auf welches sich übrigens seiner Bildung nach auch der Normalort bezieht; berechnet man mit Hilfe der oben mitgetheilten Reductionscoefficienten  $f$ ,  $g$  und  $G$  nach Anhang I. B. 4) die mittleren Coordinaten und setzt die Hauptzahlen der Rechnung neben einander hier an, so findet sich:

|   | wahre $\alpha$ . | wahre $\delta$ . | $f + g \sin(G + \alpha) \operatorname{tg} \delta$ | $g \cos(G + \alpha)$ . | mittl. $\alpha$ . | mittl. $\delta$ . |
|---|------------------|------------------|---------------------------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 75° 24' 12" 4    | — 31° 59' 10" 9  | + 24" 4                                           | + 1" 6                 | 75° 23' 48" 0     | — 31° 59' 12" 5   |
| 2 | 89 39 31.6       | + 63 7 42.1      | + 71.5                                            | — 2.4                  | 89 38 20.1        | + 63 7 44.5       |
| 3 | 189 51 20.4      | + 80 57 40.8     | + 8.1                                             | — 18.0                 | 189 51 12.3       | + 80 57 58.8.     |

Diese mittleren äquatorealen Coordinaten sind mit der mittleren Schiefe der Ekliptik für 1881.0 ( $\epsilon = 23^\circ 27' 17''$ ) nach den Formeln des Anhanges I. B. 6) in ekliptikale umzusetzen (über die Anordnung der Rechnung vergl. pag. 15 und pag. 314) und man erhält:

|   | $\lambda$           | $\beta'$              |
|---|---------------------|-----------------------|
| 1 | $68^\circ 28' 20''$ | $- 54^\circ 21' 17''$ |
| 2 | $89 47 16.7$        | $+ 39 40 28.6$        |
| 3 | $112 46 35.1$       | $+ 66 26 49.1$        |

Um nun auch die Sonnenbreiten zu eliminiren, hat man sich der Formel des Anhanges I. B. 7) zu bedienen und findet demnach:

|               | 1.       | 2.       | 3.       |
|---------------|----------|----------|----------|
| $\cos \beta'$ | 9.7655   | 9.8863   | 9.6016   |
| $- B$         | 9.7924   | 0.0334   | 0.0294   |
| $1 : \varrho$ | 0.1953   | 0.4318   | 0.0182   |
| $d\beta'$     | $+ 0''6$ | $+ 2''2$ | $+ 0''4$ |

Es liegen also [vergl. Anhang II. A. 1)] der Bahnbestimmung folgende Zahlen zu Grunde:

| mittl. Berliner Zeit | $\lambda$           | $\beta$               | $L$                 | $\log R$   |
|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|------------|
| 1881 Mai 28.498 005  | $68^\circ 28' 20''$ | $- 54^\circ 21' 16''$ | $67^\circ 40' 36''$ | 0.006 017  |
| Juni 28.500 000      | $89 47 16.7$        | $+ 39 40 30.8$        | $97 17 35.4$        | 0.007 210  |
| Juli 28.460 499      | $112 46 35.1$       | $+ 66 26 49.5$        | $125 52 50.2$       | 0.006 534. |

Bei der grossen heliocentrischen Bewegung von mehr als  $100^\circ$  würde die Anwendung der bei ersten Bahnbestimmungen als zulässig erkannten Näherungen kaum eine hinreichende Convergenz der Hypothesen darbieten, weshalb man die Formeln 23) (pag. 290) zur Bestimmung des Werthes von ( $M$ ) benützen wird.  $J$  und  $II$  sollen nach den Formeln 12b) (pag. 285) und 12c) (pag. 286) ermittelt werden, weil wegen der Grösse der geocentrischen Bewegung die Näherungsformeln 12a) (pag. 285) kaum eine genügende Annäherung geben würden.

Die oben berechnete Ephemeride ergibt für Juni 28.5 sofort:

$$d\alpha = + 372^s 72 = + 5590''8$$

$$d\delta = + 10022''8;$$

die Rechnung stellt sich wie folgt:

|                 |        |                        |        |                            |             |
|-----------------|--------|------------------------|--------|----------------------------|-------------|
| $\cos \alpha$   | 7.7995 | $\cos \beta \sin \eta$ | 7.3994 | $d\beta_1$                 | $+ 10023''$ |
| $\sin \epsilon$ | 9.5999 | $\cos \beta$           | 9.8863 | $d\beta_2$                 | $- 8''$     |
| $\sin \alpha$   | 0.0000 | $\cos \beta \cos \eta$ | 9.8863 | $d\beta$                   | $+ 10015''$ |
| $\sin \delta$   | 9.9504 | $\sin \eta$            | 7.5131 | $(d\lambda \cos \beta)_1$  | $+ 33''$    |
| $\cos \epsilon$ | 9.9625 | $\cos \eta$            | 0.0000 | $(d\lambda \cos \beta)_2$  | $+ 2527''$  |
| $\cos \delta$   | 9.6551 | $d\alpha$              | 3.7475 | $d\lambda \cos \beta$      | $2560''$    |
| $\log I$        | 9.6176 |                        |        | $\log d\lambda \cos \beta$ | 3.4082      |
| $\log II$       | 9.5503 | $d\alpha \cos \delta$  | 3.4026 | $d\lambda$                 | 3.5219      |
| Add.            | 0.2687 | $d\delta$              | 4.0010 | $d\beta$                   | 4.0006.     |

Man hat daher für  $\operatorname{tg} J \cos(\lambda_n - \Pi)$  [vergl. 12a) pag. 285] anzunehmen:  $9_n 521\ 300$ , wobei die fehlenden Decimalen durch Nullen ersetzt sind; dieser Relation braucht, wie es in der Natur der Sache liegt, nur näherungsweise genügt zu werden, während die andere Relation zur Bestimmung von  $J$  und  $\Pi$ :

$$\operatorname{tg} J \sin(\lambda_n - \Pi) = \operatorname{tg} \beta_n,$$

in voller Schärfe in Rechnung gezogen werden muss; letztere Relation enthält nämlich die Bedingung, dass der grösste Kreis durch die mittlere Beobachtung hindurch gelegt erscheine, während die erstere die Lage desselben bezeichnet, welche Lage an sich willkürlich, hier aber so bestimmt ist, dass den Beobachtungsfehlern der möglichst geringe Einfluss eingeräumt wird.

Die Berechnung von  $(M)$  nach den Formeln 23) (pag. 290) erfordert die Kenntniss der drei Radienvectoren und wahren Anomalien, so wie der Werthe von  $\Pi$  und  $\cotg J$ , wofür man mit Hilfe der oben (pag. 325) ermittelten Elemente des Kometen erhält:

|                       | 1.                     | 2.                      | 3.                      |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $\Delta t$            | — 18.991 000           | + 12.010 995            | + 41.971 494            |
| $\log \Delta t$       | $1_n 278\ 548$         | $1.079\ 579$            | $1.622\ 954$            |
| $\log M$              | $1_n 479\ 923$         | $1.280\ 954$            | $1.824\ 329$ (Tafel IV) |
| $v$                   | — $38^\circ 51' 2'' 9$ | + $25^\circ 43' 20'' 4$ | + $69^\circ 50' 52'' 4$ |
| $\frac{1}{2}v$        | — $19\ 25\ 31.4$       | + $12\ 51\ 40.2$        | + $34\ 55\ 26.2$        |
| $\cos \frac{1}{2}v^2$ | $9.949\ 092$           | $9.977\ 932$            | $9.827\ 535$            |
| $\log r$              | $9.916\ 658$           | $9.887\ 818$            | $0.038\ 215$ ;          |

für die Berechnung von  $\Pi$  und  $\cotg J$  hat man:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta_n &= \operatorname{tg} J \sin(\lambda_n - \Pi) = 9.918\ 808 \\ &\quad 9.967\ 711 \\ - \frac{d\lambda}{d\beta} &= \operatorname{tg} J \cos(\lambda_n - \Pi) = 9_n 521\ 300 \\ &\quad \lambda_n - \Pi = 111^\circ 49' 15'' 9 \\ \log \cotg J &= 0.048\ 903 \\ &\quad - \Pi = 22^\circ 1' 59'' 2; \end{aligned}$$

nimmt man noch  $\log [\varrho] = 9.804\ 780$  an, [welcher Werth aus den oben (pag. 325) ermittelten Elementen resultirt, so stellt sich dann die Rechnung von  $(M)$  nach 23) (pag. 290) wie folgt:

|                             |                       |                                     |                |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------------|
| $\lambda_n - \Pi$           | $90^\circ 30' 19'' 5$ | $\sin(v_m - v_n)$                   | $9.976\ 450$   |
| $\lambda_m - \Pi$           | $134\ 48\ 34.3$       | $\sin(v_m - v_n) : \sin(v_n - v_n)$ | $9.887\ 002$   |
| $L_n - \Pi$                 | $89\ 42\ 35.9$        | $r_m : r_n$                         | $0.121\ 557$   |
| $L_m - \Pi$                 | $119\ 19\ 34.6$       | $\sin(v_m - v_n) : \sin(v_n - v_n)$ | $0.020\ 698$   |
| $L_n - \Pi$                 | $147\ 54\ 49.4$       | $r_m : r_n$                         | $0.150\ 397$   |
| $\sin(L_n - \Pi)$           | $9.999\ 994$          | $R \sin(L_n - \Pi)$                 | $0.006\ 011$   |
| $\sin(L_m - \Pi)$           | $9.940\ 439$          | $[r_n r_m] : [r, r_n]$              | $0.008\ 559$   |
| $\sin(L_m - \Pi)$           | $9.725\ 255$          | I                                   | + $1.034\ 117$ |
| III = $R_m \sin(L_m - \Pi)$ | $9.731\ 789$          | — $R_n \sin(L_n - \Pi)$             | $9_n 947\ 649$ |

|                         |             |                          |             |
|-------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| $v''' - v''$            | 44° 7' 32"0 | $[r, r'''] : [r, r'']$   | 0.171 095   |
| $v'' - v$               | 64 34 23.3  | II                       | — 1.314 448 |
| $v''' - v$              | 108 41 55.3 | III                      | + 0.539 249 |
| $\sin(v''' - v'')$      | 9.842 754   | I + II + III             | + 0.258 918 |
| $\sin(v'' - v)$         | 9.955 752   | $\log(I + II + III)$     | 9.413 163   |
| $\sin \beta$            | 9.909 898   | $\log N_2$               | 0.011 126   |
| $\cos \beta$            | 9.765 495   | Subt.                    | 9.859 544   |
| $\sin(\lambda, - II)$   | 9.999 983   | $\log N$                 | 9.870 670   |
| $\log Z_2$              | 9.765 478   | $m = (I + II + III) : N$ | 9.542 493   |
| $\log Z_1$              | 9.958 801   | $\log[\varrho]$          | 9.804 780   |
| Add.                    | 0.215 038   | $Z : N$                  | 0.303 169   |
| $\log Z$                | 0.173 839   | $[r'', r'''] : [r, r'']$ | 0.008 559   |
| $\sin \beta'''$         | 9.962 223   | $\log M$                 | 0.311 728   |
| $\cos \beta'''$         | 9.601 621   | $m : [\varrho]$          | 9.737 713   |
| $\sin(\lambda''' - II)$ | 9.850 924   | Subt.                    | 9.865 295   |
| $\log N_1$              | 9.452 545   | $\log(M)$                | 0.177 023.  |

Mit diesem Werthe von  $\log(M)$  ist die Rechnung ganz nach den für die Olbers'sche Methode gegebenen Vorschriften durchzuführen; da für dieselbe aber bereits oben (pag. 317 ff.) ein ausführliches Beispiel gegeben wurde, so beschränke ich mich hier auf die Mittheilung der Hauptmomente der Rechnung; man wird finden:

|              |               |                |            |
|--------------|---------------|----------------|------------|
| $G$          | 186° 43' 3"0  | $\sin \varphi$ | 9.991 343  |
| $\log g$     | 9.994 268     | $\cos \varphi$ | 9.295 970  |
| $H$          | 178° 29' 42"1 | $\sin \psi$    | 9.909 919  |
| $\log h$     | 0.349 410     | $\cos \psi$    | 9.765 453  |
| $\sin \zeta$ | 9.991 159     | $\sin \psi'''$ | 9.964 334  |
| $\cos \zeta$ | 9.300 457     | $\cos \psi'''$ | 9.590 161. |

Die für die Auflösung der Gleichungen durch Versuche nöthigen Hilfsgrößen sind:

|               |           |             |              |
|---------------|-----------|-------------|--------------|
| $\log \tau$   | 0.321 673 | $\log B'''$ | 9.793 845    |
| $\log \Gamma$ | 9.636 201 | $\log C'''$ | 9.970 868    |
| $\log A$      | 9.663 938 | $f$         | + 0.503 577  |
| $\log B$      | 9.915 936 | $f'''$      | + 0.175 565. |

Für  $x$  wird man im ersten Versuche jenen Werth nehmen, welcher aus den genäherten Elementen für  $\log(r, + r''')$  folgt, hier also  $x = 0.282\ 705$  und dann  $y = 0.282\ 698$  finden; die Differenz von 7 Einheiten der sechsten Decimale wird mit Hilfe der bekannten Differentialformel zur Bestimmung des wahren Werthes von  $x$  verwerthet werden können; es findet sich  $\log n = 0.0953$  und hiermit der wahre Werth  $\log x = 0.282\ 699$ , aus welchem sich weiter ergibt:

$$\begin{aligned}\log r, &= 9.916\ 645 \\ \log r''' &= 0.038\ 215 \\ \log \varrho, &= 9.804\ 786 \\ \log \varrho''' &= 9.981\ 809.\end{aligned}$$

Aus den beiden letzten Werthen können die Elemente abgeleitet werden.

Bei diesen Versuchen nähert man sich der Grenze der  $\mu$  Tafel; würde dieselbe überschritten werden, so könnte man sich des auf pag. 297 und 298 auseinander-gesetzten Verfahrens, welches die Euler'sche Gleichung in ihrer ursprünglichen Form in Verwendung zieht, bedienen; die Auflösung nach dieser Methode soll hier ausführlich erläutert werden. Man wird den ersten Versuch auf den Werth  $q, = [q,]$  aufbauen und erhalten:

|                                          |             |                       |            |
|------------------------------------------|-------------|-----------------------|------------|
| $[q,]$                                   | + 0.637 940 | $\log r,$             | 9.916 644  |
| $[q,] - R, \cos \psi,$                   | + 0.047 100 | $\log r,,$            | 0.038 213  |
| $\log ([q,] - R, \cos \psi,)$            | 8.673 021   | Add.                  | 0.244 485  |
| $\operatorname{tg} \theta,$              | 8.757 085   | $r, + r,,$            | 0.282 698  |
| $\cos \theta,$                           | 9.999 292   | $s$                   | 0.194 723  |
| $(M) [q,]$                               | + 0.958 966 | Add.                  | 0.259 266  |
| $(M) [q,] - R,, \cos \psi,,$             | 9.751 185   | Subt.                 | 9.351 306  |
| $\operatorname{tang} \theta,,$           | 9.780 317   | $r, + r,, + s$        | 0.541 964  |
| $\cos \theta,,$                          | 9.932 655   | $\sqrt{r, + r,, + s}$ | 0.270 982  |
| $[q,] - \frac{g}{h} \sin \varphi$        | + 0.550 677 | $r, + r,, - s$        | 9.546 029  |
| $\log ([q,] - \frac{g}{h} \sin \varphi)$ | 9.740 897   | $\sqrt{r, + r,, - s}$ | 9.773 014  |
| $\operatorname{tang} \vartheta$          | 0.104 696   | $\log I$              | 0.812 946  |
| $\cos \vartheta$                         | 9.790 888   | $\log II$             | 9.319 043  |
|                                          |             | Subt.                 | 9.985 844. |

Unter der hier gemachten Annahme über  $q,$  findet sich für  $\log 6 k (t,, - t,)$  der Werth 0.798 790, während aus der Zwischenzeit der Werth 0.798 794 folgt; es ist somit  $\mathcal{A} = + 0.000 004$ . Verwerthet man diesen Unterschied, um mit Hilfe der Differentialformel den wahren Werth von  $q,$  zu finden, so stellt sich die Rechnung wie folgt:

|                                                       |        |                               |               |
|-------------------------------------------------------|--------|-------------------------------|---------------|
| $\sin \theta,,$                                       | 9.7130 |                               |               |
| $(M) \sin \theta,,$                                   | 9.8900 | $\log I$                      | 0.6845        |
| $\sin \theta,$                                        | 8.7564 | $\log II$                     | 9.7390        |
| Add.                                                  | 0.0308 | Add.                          | 0.0466        |
| $(M) \sin \theta,, + \sin \theta,$                    | 9.9208 | $\log (1 : N)$                | 0.7311        |
| $h \sin \vartheta$                                    | 0.2450 | $4 k N : \operatorname{Mod.}$ | 8.4688        |
| Add.                                                  | 0.1685 | $(t,, - t,)$                  | 1.7851        |
| Subt.                                                 | 0.0452 | $\log \mathcal{A}$            | 4.6021        |
| $(M) \sin \theta,, + \sin \theta, + h \sin \vartheta$ | 0.4135 | $\log d q,$                   | 4.8560        |
| $(M) \sin \theta,, + \sin \theta, - h \sin \vartheta$ | 9.9660 | $d q,$                        | + 0.000 007 ; |

es ist sonach der verbesserte Werth von  $q, = + 0.637947$ , daher mit Rücksicht auf den Werth  $\log (M)$ :

$$\log q, = 9.804 785$$

$$\log q,, = 9.981 808,$$

aus welchen Werthen die Elemente abgeleitet werden können. Wie man sieht, stimmen die so erhaltenen Werthe innerhalb der Unsicherheit der logarithmischen Rechnung mit jenen, welche die erste Methode geliefert hat; für die Ableitung der



Elemente sind jedoch die früher (pag. 341) erhaltenen Zahlen, nämlich  $\log \varrho = 9.804\,786$  und  $\log \varrho_m = 9.981\,809$  benützt worden. Die Hauptmomente der Rechnung (über deren Anlage vergl. pag. 320 ff.) sind:

$$\begin{aligned} \text{Anhang II. C. 1):} \quad l_1 &= 247^\circ 12' 59''1 & l_m &= 313^\circ 35' 18''0 \\ \log \operatorname{tg} b_1 &= 9.906\,992 & \log \operatorname{tg} b_m &= 0.132\,600 \\ \log r_1 &= 9.916\,645 & \log r_m &= 0.038\,215. \\ \text{Anhang II. C. 2):} \quad \Omega &= 270^\circ 58' 6''1 & i &= 63^\circ 28' 56''0. \\ \text{,, ,, C. 3a) u. 3b):} \quad u_1 &= 315^\circ 24' 54''5 & u_m &= 64^\circ 7' 2''6 \\ \text{Probe } (u_m - u_1) &= 108^\circ 42' 7''2; \end{aligned}$$

es ist also anzunehmen:

$$\begin{aligned} u_1 &= 315^\circ 24' 54''7 & u_m &= 64^\circ 7' 2''4. \\ \text{Anhang II. C. 4):} \quad v_1 &= - 38^\circ 51' 5''4 & v_m &= 69^\circ 51' 2''3 \\ \omega &= 354^\circ 16' 0''1 & \pi &= 265^\circ 14' 6''2 \\ \log q &= 9.865\,734. \\ \text{,, ,, C. 5):} \quad T_{(1)} &= 16.48835 & T_{(3)} &= 16.48859 \\ T &= \text{Juni } 16.488\,470. \end{aligned}$$

Die Darstellung des mittleren Ortes nach Anhang II. D. wird (vergl. das ausführliche Beispiel auf pag. 322 und 323):

$$\begin{aligned} t_m - T &= 12.011\,530 \\ v_m &= + 25^\circ 43' 28''9 \\ \log r_m &= 9.887\,806 & d\lambda_m &= + 10''0 \\ \lambda_m &= 89^\circ 47' 6''7 & d\lambda_m \cos \beta_m &= + 7''7 \\ \beta_m &= + 39^\circ 40' 38''8 & d\beta_m &= - 8''0. \end{aligned}$$

Berechnet man nun  $\cotg J^0$ , so findet sich:

$$\log \cotg J^0 = 0.048\,876,$$

welcher Werth um 27 Einheiten der sechsten Decimale kleiner ist, als  $\log \cotg J$ ; es sind somit die Verbesserungen der Dreiecksflächen einer Correctur fähig. Bei der Grösse der heliocentrischen Bewegung liesse sich jedoch eine rasche Convergenz nicht mit Sicherheit erwarten, wenn man die Formeln 23) (pag. 290) zur Ermittlung eines neuen Werthes für  $\log(M)$  auf Grundlage der eben erhaltenen Elemente heranzöge; es wird in einem solchen Falle die willkürliche Variation von  $\log(M)$  und das Einschlagen des auf pag. 300 auseinandergesetzten Weges weit empfehlenswerther sein. Indem  $d\log(M) = + 0.000\,400$  angenommen wurde, ergab die Anwendung der Formeln 46) und 47) (pag. 303) (vergl. das ausführliche Beispiel pag. 324):

$$d\varrho = - 0.000\,422;$$

es ist sonach für die Ableitung der Elemente anzuwenden:

$$\begin{aligned} \log \varrho &= 9.804\,498 \\ \log \varrho_m &= 9.981\,921, \end{aligned}$$

aus welchen Zahlen die folgenden Resultate erhalten wurden:

Anhang II. C. 1):  $l = 247^{\circ} 13' 0''8$   $l_m = 313^{\circ} 35' 29''2$   
 $\log \operatorname{tg} b = 9.906\ 538$   $\log \operatorname{tg} b_m = 0.132\ 774$   
 $\log r = 9.916\ 632$   $\log r_m = 0.038\ 266.$   
 $\Omega = 270^{\circ} 56' 42''2$   $i = 63^{\circ} 28' 47''5$   
 . Anhang II. C. 2):  $u = 315^{\circ} 26' 59''3$   $u_m = 64^{\circ} 8' 10''9.$   
 „ „ „ 3a):  $v = -38^{\circ} 49' 59''4$   $v_m = 69^{\circ} 51' 12''2.$   
 „ „ „ 4):  $\omega = 354^{\circ} 16' 58''7$   $\pi = 265^{\circ} 13' 40''9$   
 $\log q = 9.865\ 772.$   
 „ „ „ 5):  $T_{(1)} = 16.48040$   $T_{(3)} = 16.48030$   
 $T = \text{Juni } 16.480\ 350.$

Die Darstellung des mittleren Ortes fand sich:

$$\begin{array}{ll} t_m - T & 12.01965 \\ v_m & 25^{\circ} 44' 16''0 \\ \log r_m & 9.887\ 868 \quad d\lambda_m = -64''4 \\ \lambda_m^0 & 89^{\circ} 48' 21''1 \quad d\lambda_m \cos \beta_m = -49''5 \\ \beta_m^0 + 39^{\circ} 43' 19''1 & d\beta_m = -168''3. \end{array}$$

Die Formeln 38) (pag. 300) ergaben die folgenden Bedingungsgleichungen:

$$\begin{array}{l} +10''0 = +74''4\ x \\ -8.0 = +160.3\ x, \end{array}$$

woraus sich nach 39) (pag. 301) der wahrscheinlichste Werth von  $x$ , nämlich:

$$\log x = 8.4631,$$

findet, der in der Darstellung des mittleren Ortes die Fehler:

$$\begin{array}{l} d\lambda_m \cos \beta_m = +9''4 \\ d\lambda_m = -3.3, \end{array}$$

übrig lässt. Da die heliocentrische Bewegung sehr gross ist, so wird man sich zur Ermittlung der wahrscheinlichsten Elemente mit Vortheil der Formel 41) (pag. 301) bedienen und daraus erhalten:

|          | $E_0$         | $E_1$          | $E_1 - E_0$ | $(E_1 - E_0) x$ |
|----------|---------------|----------------|-------------|-----------------|
| $T$      | 16.488 470    | 16.480 350     | - 0.008 120 | + 0.000 236     |
| $\pi$    | 265° 14' 6''2 | 265° 13' 40''9 | - 25''3     | + 0''7          |
| $\Omega$ | 270 58 6.1    | 270 56 42.2    | - 83.9      | + 2.4           |
| $i$      | 63 28 56.0    | 63 28 47.5     | - 8.5       | + 0.2           |
| $\log q$ | 9.865 734     | 9.865 772      | + 0.000 038 | - 0.000 001.    |

Es sind daher die aus den obigen Beobachtungen nach der benützten Methode ermittelten und als wahrscheinlichste zu bezeichnenden Elemente:

♂ III 1881.

$$\begin{array}{l} T = 1881 \text{ Juni } 16.488\ 706 \text{ mittl. Berl. Zeit} \\ \left. \begin{array}{l} \pi = 265^{\circ} 14' 6''9 \\ \Omega = 270\ 58\ 8.5 \\ i = 63\ 28\ 56.2 \end{array} \right\} \text{mittl. Äquin. } 1881.0 \\ \log q = 9.865\ 733. \end{array}$$

Diese Elemente sollen die äusseren Beobachtungen völlig, die mittlere aber nach Massgabe der aus den Bedingungsgleichungen folgenden Werthe darstellen. Eine directe, sechsstellig geführte Rechnung bestätigt diese Voraussetzung innerhalb der Unsicherheitsgrenzen der Rechnung; es findet sich nämlich:

|                       | 1.    | 2.    | 3.     |
|-----------------------|-------|-------|--------|
| $d\lambda \cos \beta$ | — 0"5 | + 9"5 | + 0"4  |
| $d\beta$              | — 0.3 | — 3.6 | + 0.6. |

Die Darstellung des mittleren Ortes ist nicht ganz befriedigend, wäre jedoch immerhin durch Beobachtungsfehler, die den äusseren Beobachtungen anhaften, erklärbar, wenn nicht in diesem Falle die Abweichung der Hauptsache nach der Ellipticität der Bahn des Kometen zugeschrieben werden müsste.

### 7. Bestimmung der Bahn eines Sternschnuppenschwarmes aus seinem Radiationspunkte.

Durch die epochemachenden Arbeiten Schiaparelli's kann es als erwiesen betrachtet werden, dass die Sternschnuppen kleine kosmische Körper sind, welche sich schwarmweise in nahezu parabolischen Bahnen um die Sonne bewegen; gelangt nun ein solcher Schwarm oder gelangen Bruchtheile desselben in unsere Atmosphäre, so erscheinen uns diese Körperchen in der unter dem Namen Sternschnuppen bekannten Form. Die einem Schwarme angehörigen Sternschnuppen werden sich der Hauptsache nach parallel mit einander fortbewegen, die einem Beobachter sichtbaren Meteore dieses Schwarmes also von einem Punkte des Himmels herzukommen scheinen; in der That hat die Beobachtung erkennen lassen, dass innerhalb eines beschränkten Zeitraums die scheinbaren Bahnen vieler Sternschnuppen, nach rückwärts verlängert, sich nahezu in einem Punkte, dem Radiationspunkte, schneiden. Die Lage dieses Radiationspunktes, dessen Länge mit  $l$  und dessen Breite mit  $b$  bezeichnet werden soll, ist bedingt durch die relative Bewegung des Schwarmes gegen den Beobachter. Bezeichnet man die drei den Coordinatenachsen parallelen Componenten dieser relativen Bewegung mit  $\frac{d\xi}{dt}$ ,  $\frac{d\eta}{dt}$  und  $\frac{d\zeta}{dt}$ , die Änderung der Coordinaten des Beobachtungsortes mit  $\frac{dX}{dt}$ ,  $\frac{dY}{dt}$  und  $\frac{dZ}{dt}$ , und endlich die Änderung der heliocentrischen Coordinaten der Meteoriten mit  $\frac{dx}{dt}$ ,  $\frac{dy}{dt}$ ,  $\frac{dz}{dt}$ , so bestehen die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \frac{d\xi}{dt} + \frac{dX}{dt} \\ \frac{dy}{dt} &= \frac{d\eta}{dt} + \frac{dY}{dt} \\ \frac{dz}{dt} &= \frac{d\zeta}{dt} + \frac{dZ}{dt} \end{aligned} \right\} 1)$$

Der heliocentrische Ort der Sternschnuppe im Moment der Sichtbarkeit kann ohne merklichen Fehler als identisch mit dem heliocentrischen Erdort angenommen werden, so dass ihre heliocentrischen Coordinaten als bekannt zu betrachten sind. Wären die relativen Geschwindigkeiten  $\frac{d\xi}{dt}$ ,  $\frac{d\eta}{dt}$  und  $\frac{d\zeta}{dt}$  gegeben, so würden die h...

schen sofort mit Hilfe der Relationen 1) gefunden werden können und man hätte daher genügende Angaben zur Ermittlung der Elemente. Die nach den Achsen zerlegten relativen Geschwindigkeiten sind aber durch die Angabe des Radiationspunktes nur theilweise bekannt. Bezeichnet man die relative Geschwindigkeit mit  $\gamma k$ , so dass  $\gamma$  das Verhältniß der relativen Geschwindigkeit gegen die Gauss'sche Attractionsconstante  $k$  vorstellt, so wird:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\xi}{dt} &= -\gamma k \cos l \cos b \\ \frac{d\eta}{dt} &= -\gamma k \sin l \cos b \\ \frac{d\zeta}{dt} &= -\gamma k \sin b, \end{aligned} \right\} \quad 2)$$

in welchen Formeln das negative Vorzeichen seine Erklärung darin findet, dass die Sehlinie der Bewegungsrichtung entgegengesetzt ist. Da, wie oben erwähnt, aus Schiaparelli's Untersuchungen hervorgeht, dass die Sternschnuppen sich in parabolischen Bahnen bewegen, so besteht nach Gleichung 25) [pag. 50] die Relation:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = g^2 = \frac{2k^2}{R}, \quad 3)$$

in welcher  $R$  den heliocentrischen Abstand der Erde darstellt. Die Gleichungen 1), quadriert und addirt, ergeben mit Rücksicht auf 2) und 3):

$$\begin{aligned} \frac{2k^2}{R} &= \gamma^2 k^2 - 2\gamma k \cos l \cos b \frac{dX}{dt} - 2\gamma k \sin l \cos b \frac{dY}{dt} - 2\gamma k \sin b \frac{dZ}{dt} + \\ &\quad + \left(\frac{dX}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dY}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dZ}{dt}\right)^2, \end{aligned}$$

welche quadratische Gleichung, da die Änderungen der Coordinaten  $X$ ,  $Y$  und  $Z$  als bekannt vorausgesetzt werden können, nur die Unbekannte  $\gamma$  enthält. Ist somit  $\gamma$  bekannt, so sind die zur Ermittlung der Elemente nöthigen Angaben vorhanden.

Die Änderungen der Coordinaten des Beobachtungsortes sind aus zwei wesentlich verschiedenen Bewegungen zusammengesetzt, nämlich einer jährlichen und einer täglichen. Letztere wird im Maximum etwa sechzigmal kleiner sein als die erstere, kann demnach bei solchen Rechnungen, bei denen nicht die äusserste Genauigkeit angestrebt wird, übergangen werden. Es wird sich daher empfehlen, die Ekliptik als Fundamentalebene zu wählen, demnach:

$$\frac{dZ}{dt} = 0,$$

zu setzen, unter welcher bereits bei der Annahme über die Bedeutung der Coordinaten  $l$  und  $b$  vorgehend benützten Voraussetzung, die Gleichung zur Bestimmung von  $\gamma$  die Form (vergl. 25) pag. 50):

$$\gamma^2 - \frac{2\gamma}{k} \cos b \left( \cos l \frac{dX}{dt} + \sin l \frac{dY}{dt} \right) = \frac{2}{R} - \left( \frac{2}{R} - 1 \right) = 1, \quad 4)$$

annimmt; hierbei ist die Erdmasse als gegen die Sonnenmasse verschwindend klein angenommen. Zur Bestimmung der Geschwindigkeiten  $\frac{dX}{dt}$  und  $\frac{dY}{dt}$  kann man die bei der Aberration pag. 113 ermittelten Werthe anwenden und erhält, wenn man in den bezüglichen Ausdrücken, weil hier die Ekliptik als Fundamentalebene gewählt

ist,  $\varepsilon = 0$  setzt:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= \frac{1}{\cos \varphi} \cdot \frac{dM}{dt} (\sin \odot + \sin \varphi \sin \pi') \\ \frac{dY}{dt} &= -\frac{1}{\cos \varphi} \cdot \frac{dM}{dt} (\cos \odot + \sin \varphi \cos \pi'), \end{aligned} \right\} \quad 5)$$

Man hat aber, wenn wieder die Erdmasse im Verhältniß zur Sonnenmasse vernachlässigt wird:

$$\frac{dM}{dt} = \frac{k}{a^{3/2}} = k,$$

und, wenn man ausserdem die zweiten Potenzen der Erdbahnexcentricität übergeht:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{k} \frac{dX}{dt} &= \sin \odot + \sin \varphi \sin \pi' = s \sin \odot' \\ -\frac{1}{k} \frac{dY}{dt} &= \cos \odot + \sin \varphi \cos \pi' = s \cos \odot'. \end{aligned} \right\} \quad 6)$$

Quadrirt und addirt man die Gleichungen 6), so findet sich (vergl. 25) pag. 50):

$$s^2 = \frac{2}{R} - 1,$$

wofür, wenn die zweiten Potenzen der Excentricität fortgelassen werden, gesetzt werden darf:

$$s = \frac{1}{R}; \quad 7a)$$

ausserdem wird innerhalb derselben Genauigkeitsgrenzen:

$$\odot' = \odot + \sin \varphi \sin (\pi' - \odot), \quad 7b)$$

und die Gleichung 4) erhält demnach die höchst einfache Gestalt:

$$\gamma^2 + 2\gamma \frac{\cos b \sin (l - \odot')}{R} = 1. \quad 8)$$

Die Einführung eines Hilfswinkels wird die Auflösung dieser quadratischen Gleichung wesentlich bequemer gestalten; setzt man nämlich:

$$\frac{\cos b \sin (l - \odot')}{R} = \cotg z, \quad 9)$$

so wird:

$$\gamma = \pm \frac{1 - \cos z}{\sin z}. \quad 10)$$

An den Hilfswinkel  $z$  kann man die Bedingung knüpfen, dass derselbe stets kleiner als  $180^\circ$  angenommen werde, daher  $\sin z$  stets positiv sei; dann wird, da für  $\gamma$  der Natur des Problems nach ein positiver Werth resultiren muss, in 10) stets nur das obere Vorzeichen der Einheit gewählt werden dürfen und:

$$\gamma = \tg \frac{1}{2} z, \quad 11)$$

sich ergeben. Die Gleichungen 7), 9) und 11) enthalten in höchst einfacher Weise die Bestimmung von  $\gamma$  aus dem Radiationspunkte; ist aber  $\gamma$  gegeben, so sind nach 2) die relativen, nach 1) die heliocentrischen Geschwindigkeitscomponenten bekannt und es stellt sich die Aufgabe, aus diesen Grössen und den durch:

$$\left. \begin{aligned} x &= -R \cos \odot \\ y &= -R \sin \odot \\ z &= 0, \end{aligned} \right\} \quad 12)$$

bestimmten heliocentrischen Coordinaten die Elemente abzuleiten.

Betrachtet man die Masse der Sternschnuppen gegen die der Sonne als verschwindend klein, so ist das im Zeitelemente  $dt$  durch den Radiusvector überstrichene Flächenelement bestimmt durch (vergl. 1) pag. 51):

$$r^2 dv = k \sqrt{p} dt.$$

Projicirt man dieses Flächenelement auf die Coordinatenebenen und bezeichnet den Winkel, welchen die Bahnebene mit den letzteren bildet, durch den Buchstaben  $i$ , der mit zwei den in Betracht gezogenen Coordinatenebenen entsprechenden Indices zu versehen ist, so sind offenbar die Projectionen:

$$k \sqrt{p} dt \cos i_{xy}, \quad k \sqrt{p} dt \cos i_{xz}, \quad k \sqrt{p} dt \cos i_{yz}.$$

Betrachtet man jenes Flächenelement als positiv, dessen zugehöriger projicirter Radiusvector, vom positiven Ende der auf der Projectionsebene senkrechten Coordinate aus gesehen, die Fläche in dem der Bewegung des Uhrzeigers entgegengesetzten Sinne überstreicht, so sind die Flächenelemente in den diesbezüglichen Coordinatenebenen ausgedrückt durch:

$$x dy - y dx, \quad z dx - x dz, \quad y dz - z dy.$$

Bedenkt man, dass die Bahnebene und die Coordinatenebenen im Durchschnitt mit der Himmelskugel grösste Kreise bilden, von denen die durch die Coordinatenebenen gebildeten sich rechtwinklig schneiden, bezeichnet den sphärischen Abstand des aufsteigenden Knotens der Bahnebene in der  $XY$ -Ebene, vom Frühjahrspunkte im Sinne der Zeichen gezählt, mit  $\Omega$ , die Neigung mit  $i$ , so ist offenbar, wenn man die grössten Kreise in dem oben über die Bewegungsrichtung des Radiusvectors und seine Projectionen festgesetzten Sinne auffasst:

$$\begin{aligned} \cos i_{xy} &= \cos i \\ \cos (180^\circ - i_{xz}) &= \cos \Omega \sin i \\ \cos i_{yz} &= \sin \Omega \sin i, \end{aligned}$$

und man hat daher:

$$\left. \begin{aligned} k \sqrt{p} \cos i &= x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \\ k \sqrt{p} \cos \Omega \sin i &= x \frac{dz}{dt} - z \frac{dx}{dt} \\ k \sqrt{p} \sin \Omega \sin i &= y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \end{aligned} \right\} \quad 13)$$

Ersetzt man, die Bewegung fortgesetzt als parabolisch betrachtend,  $p$  durch  $2q$ , und bedenkt, dass zufolge der Wahl der Ekliptik als Fundamentalebene  $Z$  und dessen Ableitung der Null gleich sind, so findet sich mit Rücksicht auf 1) (pag. 345), 2) (pag. 346) und 12) (pag. 347):

$$\left. \begin{aligned} k \sqrt{2q} \cos i &= R \sin \odot \frac{dx}{dt} - R \cos \odot \frac{dy}{dt} \\ k \sqrt{2q} \cos \Omega \sin i &= -R \cos \odot \frac{dz}{dt} = \gamma k R \cos \odot \sin b \\ k \sqrt{2q} \sin \Omega \sin i &= -R \sin \odot \frac{dz}{dt} = \gamma k R \sin \odot \sin b. \end{aligned} \right\} \quad 14)$$

Da  $k\sqrt{2q} \sin i$  einerseits,  $\gamma k R$  anderseits den gemachten Voraussetzungen nach stets positiv sind, so wird, je nachdem  $\sin b$  positiv oder negativ ist,  $\Omega = \odot$  oder  $\Omega = \odot + 180^\circ$  sein müssen; man leitet daher ohne Schwierigkeit aus diesen beiden Gleichungen die Relation:

$$\sqrt{2q} \sin i = \pm \gamma R \sin b \quad 15)$$

ab, in welcher das Vorzeichen mit dem Zeichen von  $\sin b$  identisch genommen werden muss, so dass  $\sqrt{2q} \sin i$  jedenfalls positiv wird. In der ersten Gleichung in 14) wird mit Rücksicht auf 1) (pag. 345), 2) (pag. 346), 6) und 7a) (pag. 347):

$$\sqrt{2q} \cos i = \sin \odot \{ \sin \odot' - \gamma R \cos l \cos b \} + \cos \odot \{ \cos \odot' + \gamma R \sin l \cos b \}$$

oder, da  $\cos(\odot - \odot')$  sich nur um eine Grösse zweiter Ordnung der Excentricität von der Einheit unterscheidet, daher dieser innerhalb der als zulässig angenommenen Vernachlässigungen gleich gesetzt werden darf:

$$\sqrt{2q} \cos i = 1 + \gamma R \cos b \sin(l - \odot).$$

Man hat daher für die Bestimmung von  $i$  und  $q$  die beiden Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \sqrt{2q} \sin i &= \pm \gamma R \sin b \\ \sqrt{2q} \cos i &= 1 + \gamma R \cos b \sin(l - \odot). \end{aligned} \right\} \quad 16)$$

Um die wahre Anomalie  $v$  zu finden, differentiire man die Gleichung:

$$r = \frac{q}{\cos \frac{1}{2} v^2},$$

nach der Zeit, wodurch man erhält:

$$\frac{dr}{dt} = r \operatorname{tg} \frac{1}{2} v \frac{dv}{dt},$$

oder mit Rücksicht auf Gleichung 1) [pag 51]:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{k\sqrt{2q}}{r} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v,$$

es ist demnach:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v = \frac{r \frac{dr}{dt}}{k\sqrt{2q}}; \quad 17)$$

da aber:

$$r dr = x dx + y dy + z dz,$$

und  $z = 0$  ist, so ergibt sich mit Rücksicht auf die Gleichungen 1) 2) 6) und 7a):

$$\frac{r}{k} \left( \frac{dr}{dt} \right) = \gamma R \cos b \cos(l - \odot) - \sin(\odot' - \odot),$$

daher:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v = \frac{\gamma R \cos b \cos(l - \odot) - \sin(\odot' - \odot)}{\sqrt{2q}}. \quad 18)$$

Hierbei ist  $\frac{1}{2} v$  zwischen den Grenzen  $-90^\circ$  und  $+90^\circ$  eingeschlossen; als Probe kann die Relation:

$$q = R \cos \frac{1}{2} v^2, \quad 19)$$

benützt werden.

Das Argument der Breite  $u$  wird, je nachdem der Sternschnuppenschwarm im aufsteigenden ( $\sin b$  negativ) oder absteigenden Knoten ( $\sin b$  positiv) sich befindet, entweder  $0^\circ$  oder  $180^\circ$ , der Abstand des Perihels vom Knoten also beziehungsweise:

$$(\sin b \text{ positiv}) \quad \omega = u - v = 180^\circ - v$$

$$(\sin b \text{ negativ}) \quad \omega = u - v = -v,$$

und die Länge des Perihels:

$$\pi = \omega + \Omega = \odot - v + 180^\circ; \quad 20)$$

aus  $v$  könnte noch die Zeit des Perihels abgeleitet werden, doch wäre eine derartige Angabe für einen in die Länge gezogenen Schwarm bedeutungslos.

Stellt man die bisher entwickelten Formeln zusammen und bezeichnet mit  $l$  und  $b$  die Länge und Breite des Sternschnuppenschwarmes, mit  $\odot$  die für die Epoche des Radiationspunktes geltende Sonnenlänge, mit  $R$  den geocentrischen Abstand der Sonne für dieselbe Epoche, so ergeben sich, wenn man für die Bestimmung von  $\pi'$  und  $e$  die Werthe den Le-Verrier'schen Sonnentafeln entlehnt, für die Berechnung der Bahn eines Sternschnuppenschwarmes folgende Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \log e' &= 1.7609 \\ \pi' &= 280^\circ 21' + 1'03 (t - 1850) \\ \odot' - \odot &= e' \sin(\pi' - \odot) \\ (\odot' - \odot) &\text{ wird in Einheiten der Bogenminute erhalten.} \\ \cotg z &= \frac{1}{R} \cos b \sin(l - \odot') \\ z &< 180^\circ \\ \gamma &= \tg \frac{1}{2} z \\ f &= R\gamma \\ \begin{array}{l|l} \sin b \text{ positiv} & \sin b \text{ negativ} \\ \Omega = \odot & \Omega = \odot + 180^\circ \\ \sqrt{2q} \sin i = f \sin b & \sqrt{2q} \sin i = -f \sin b \\ \sqrt{2q} \cos i = 1 + f \cos b \sin(l - \odot) & \\ \tg \frac{1}{2} v = \frac{f \cos b \cos(l - \odot) - \sin(\odot' - \odot)}{\sqrt{2q}} & \\ \frac{1}{2} v < \pm 90^\circ & \\ \pi = \odot - v + 180^\circ & \\ \text{Probe:} & \\ q = R \cos \frac{1}{2} v^2. & \end{array} \end{aligned} \right\} 21)$$

Bei Vernachlässigung der ersten Potenzen der Erdbahnexcentricität ( $\odot' = \odot$ ,  $R = 1$ ) würden sich diese Formeln noch etwas einfacher gestalten, ohne dass jedoch bei der an sich so einfachen Rechnung viel gewonnen werden könnte.

Um die vorstehenden Formeln durch ein Beispiel zu erläutern, soll der in der Abhandlung von E. Weiss (Beiträge zur Kenntnis der Sternschnuppen, Sitzgsber. der k. Akad. d. Wiss. Bd. LVII) mit Nr. 3 bezeichnete Radiationspunkt in An-



wendung gezogen werden. Für den Jahrestag Juli 28.5 findet sich derselbe in Bezug auf den Äquator wie folgt angegeben:

$$\alpha = 338^\circ, \quad \delta = -28^\circ.$$

Denkt man sich diese Coordinaten auf das mittlere Äquinocetium 1865 bezogen, verwandelt Rectascension und Declination in Länge und Breite und entlehnt dem Berliner Jahrbuch die Sonnenlänge, sowie den geocentrischen Abstand, so sind die Grundlagen der Rechnung:

$$l = 329^\circ 5', \quad b = -17^\circ 24', \quad \odot = 125^\circ 48', \quad \log R = 0.0065.$$

Nach den Formeln 21) erhält man:

|                            |           |                              |            |
|----------------------------|-----------|------------------------------|------------|
| $l - 1850$                 | 15.6      | $\sin(l - \odot')$           | 9.5896     |
| $\pi'$                     | 280° 37'  | $\cos b$                     | 9.9796     |
| $\pi' - \odot$             | 154 49    | $\log \text{Compl. } R$      | 9.9935     |
| $\sin(\pi' - \odot)$       | 9.6289    | $\cotg z$                    | 9.5627     |
| $\odot' - \odot$           | + 24'5    | $z$                          | 110° 4'1   |
| $\odot'$                   | 126° 12'5 | $\frac{1}{2}z$               | 55 2.0     |
| $l - \odot'$               | 202 52.5  | $\log \gamma$                | 0.1553     |
| <hr/>                      |           |                              |            |
| $\log f$                   | 0.1618    | $\log 2q$                    | 9.5946     |
| $\Omega$                   | 305° 48'0 | $\log q$                     | 9.2936     |
| $l - \odot$                | 203 17.0  | $\cos(l - \odot)$            | 9.9631     |
| $\sin(l - \odot)$          | 9.5969    | $\log I$                     | 0.1045     |
| $f \cos b$                 | 0.1414    | $\sin(\odot' - \odot)$       | 7.8529     |
| $f \cos b \sin(l - \odot)$ | 9.7383    | Add.                         | 0.0024     |
| $\sin b$                   | 9.4757    | $\tg \frac{1}{2}v \sqrt{2q}$ | 0.1069     |
| $\sqrt{2q} \sin i$         | 9.6375    | $\tg \frac{1}{2}v$           | 0.3096     |
|                            | 9.8584    | $\frac{1}{2}v$               | — 63° 53'1 |
| $\sqrt{2q} \cos i$         | 9.6557    | $v$                          | — 127 46.2 |
| $\tg i$                    | 9.9818    | $\pi$                        | 73 34.2    |
| $i$                        | 43° 48'0  | $\cos \frac{1}{2}v^2$        | 9.2872     |
| $\log \sqrt{2q}$           | 9.7973    | $\log q$                     | 9.2937.    |

Es sind demnach die Elemente:

$$\begin{aligned} \pi &= 73^\circ 6 \\ \Omega &= 305^\circ 8 \\ i &= 43^\circ 8 \\ \log q &= 9.294. \end{aligned}$$

Die Berücksichtigung der täglichen Bewegung der Erde und deren störender Einfluss können oft recht merkliche Correctionen der erhaltenen Werthe hervorbringen; für den ersten Entwurf jedoch mögen die hier in Anwendung gebrachten Näherungen genügen.

## II. Abschnitt. Ermittlung der Bahnelemente ohne bestimmte Voraussetzung über die Excentricität.

### I. Abtheilung.

#### Bahnbestimmung aus drei vollständigen Beobachtungen.

##### 1. Aufstellung der Gleichungen zur Bestimmung der geocentrischen Distanzen.

Sind drei vollständige Beobachtungen eines Himmelskörpers gegeben, so wird man, die Verhältnisse der Dreiecksflächen als bekannt vorausgesetzt, aus den Gleichungen 8) (pag. 272) mit Hilfe eines zweckmässig geleiteten Eliminationsverfahrens die drei geocentrischen Distanzen  $q$ ,  $q$  und  $q$  bestimmen können; es soll aber mit Rücksicht auf den Umstand, dass die parallaktisch veränderten Sonnenbreiten  $B$  im Maximum den Betrag von  $10''$  erreichen können, statt des Cosinus dieser kleinen Winkel die Einheit, statt des Sinus der Bogen eingeführt werden, welche Annahmen selbst für die genauesten Rechnungen als völlig gerechtfertigt bezeichnet werden müssen. Multiplicirt man unter den gemachten Annahmen die Gleichungen 8) (pag. 272) der Reihe nach mit:

$$\begin{aligned} \sin \beta_{\text{II}} \cos \beta_{\text{III}} \sin \lambda_{\text{III}} - \sin \beta_{\text{III}} \cos \beta_{\text{II}} \sin \lambda_{\text{II}} \\ \sin \beta_{\text{III}} \cos \beta_{\text{I}} \cos \lambda_{\text{I}} - \sin \beta_{\text{I}} \cos \beta_{\text{III}} \cos \lambda_{\text{III}} \\ - \sin (\lambda_{\text{III}} - \lambda_{\text{II}}) \cos \beta_{\text{II}} \cos \beta_{\text{III}}, \end{aligned}$$

addirt die Producte und setzt abkürzend:

$$K = - \sin \beta_{\text{I}} \cos \beta_{\text{II}} \cos \beta_{\text{III}} \sin (\lambda_{\text{III}} - \lambda_{\text{II}}) + \cos \beta_{\text{I}} \sin \beta_{\text{II}} \cos \beta_{\text{III}} \sin (\lambda_{\text{III}} - \lambda_{\text{II}}) - \left. \begin{aligned} & - \cos \beta_{\text{I}} \cos \beta_{\text{II}} \sin \beta_{\text{III}} \sin (\lambda_{\text{II}} - \lambda_{\text{I}}), \\ & \end{aligned} \right\} 1)$$

und:

$$\left. \begin{aligned} A, &= + R_{\text{I}} \{ \sin \beta_{\text{II}} \cos \beta_{\text{III}} \sin (\lambda_{\text{III}} - L_{\text{I}}) - \sin \beta_{\text{III}} \cos \beta_{\text{II}} \sin (\lambda_{\text{II}} - L_{\text{I}}) \} - \\ &\quad - R_{\text{I}} \sin (\lambda_{\text{III}} - \lambda_{\text{II}}) \cos \beta_{\text{II}} \cos \beta_{\text{III}} B_{\text{I}} \text{ arc } 1'' \\ B, &= - R_{\text{II}} \{ \sin \beta_{\text{I}} \cos \beta_{\text{III}} \sin (\lambda_{\text{III}} - L_{\text{II}}) - \sin \beta_{\text{III}} \cos \beta_{\text{I}} \sin (\lambda_{\text{I}} - L_{\text{II}}) \} + \\ &\quad + R_{\text{II}} \sin (\lambda_{\text{III}} - \lambda_{\text{I}}) \cos \beta_{\text{I}} \cos \beta_{\text{III}} B_{\text{II}} \text{ arc } 1'' \\ C, &= + R_{\text{III}} \{ \sin \beta_{\text{I}} \cos \beta_{\text{II}} \sin (\lambda_{\text{II}} - L_{\text{III}}) - \sin \beta_{\text{II}} \cos \beta_{\text{I}} \sin (\lambda_{\text{I}} - L_{\text{III}}) \} - \\ &\quad - R_{\text{III}} \sin (\lambda_{\text{II}} - \lambda_{\text{I}}) \cos \beta_{\text{I}} \cos \beta_{\text{II}} B_{\text{III}} \text{ arc } 1''. \end{aligned} \right\} 2)$$

so wird:

$$\frac{[r_{\text{II}} r_{\text{III}}]}{[r_{\text{I}} r_{\text{III}}]} Kq_{\text{I}} = \frac{[r_{\text{II}} r_{\text{III}}]}{[r_{\text{I}} r_{\text{III}}]} A_{\text{I}} + B_{\text{I}} + \frac{[r_{\text{I}} r_{\text{II}}]}{[r_{\text{I}} r_{\text{III}}]} C_{\text{I}}. \quad 3)$$

Multipliziert man dagegen die Gleichungen 8) (pag. 272) der Reihe nach mit:

$$\begin{aligned} \sin \beta_{,,,} \cos \beta, \sin \lambda, & - \sin \beta, \cos \beta_{,,,} \sin \lambda_{,,,} \\ \sin \beta, \cos \beta_{,,,} \cos \lambda_{,,,} & - \sin \beta_{,,,} \cos \beta, \cos \lambda, \\ \sin (\lambda_{,,,} - \lambda,) \cos \beta, \cos \beta_{,,,} & \end{aligned}$$

addirt und setzt abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} A_{,,} &= + R, \{ \sin \beta, \cos \beta_{,,,} \sin (\lambda_{,,,} - L,) - \cos \beta, \sin \beta_{,,,} \sin (\lambda, - L,) \} - \\ &\quad - R, \sin (\lambda_{,,,} - \lambda,) \cos \beta, \cos \beta_{,,,} B, \text{arc } 1'' \\ B_{,,} &= - R_{,,} \{ \sin \beta, \cos \beta_{,,,} \sin (\lambda_{,,,} - L_{,,}) - \cos \beta, \sin \beta_{,,,} \sin (\lambda, - L_{,,}) \} + \\ &\quad + R_{,,} \sin (\lambda_{,,,} - \lambda,) \cos \beta, \cos \beta_{,,,} B_{,,} \text{arc } 1'' \\ C_{,,} &= + R_{,,,} \{ \sin \beta, \cos \beta_{,,,} \sin (\lambda_{,,,} - L_{,,,}) - \cos \beta, \sin \beta_{,,,} \sin (\lambda, - L_{,,,}) \} - \\ &\quad - R_{,,,} \sin (\lambda_{,,,} - \lambda,) \cos \beta, \cos \beta_{,,,} B_{,,,} \text{arc } 1'', \end{aligned} \right\} 4)$$

so findet man:

$$Kq_{,,} = \frac{[r, r_{,,,}]}{[r, r_{,,,}]} A_{,,} + B_{,,} + \frac{[r, r_{,,}]}{[r, r_{,,,}]} C_{,,}. \quad 5)$$

Multipliziert man schliesslich die Gleichungen 8) (pag. 272) der Reihe nach mit den Factoren:

$$\begin{aligned} \sin \beta, \cos \beta_{,,} \sin \lambda_{,,} & - \sin \beta_{,,} \cos \beta, \sin \lambda, \\ \sin \beta_{,,} \cos \beta, \cos \lambda, & - \sin \beta, \cos \beta_{,,} \cos \lambda_{,,} \\ - \sin (\lambda_{,,} - \lambda,) \cos \beta, \cos \beta_{,,} & \end{aligned}$$

so gibt die Addition der Producte nach Einführung der Symbole:

$$\left. \begin{aligned} A_{,,,} &= + R, \{ \sin \beta, \cos \beta_{,,} \sin (\lambda_{,,} - L,) - \cos \beta, \sin \beta_{,,} \sin (\lambda, - L,) \} - \\ &\quad - R, \sin (\lambda_{,,} - \lambda,) \cos \beta, \cos \beta_{,,} B, \text{arc } 1'' \\ B_{,,,} &= - R_{,,} \{ \sin \beta, \cos \beta_{,,} \sin (\lambda_{,,} - L_{,,}) - \cos \beta, \sin \beta_{,,} \sin (\lambda, - L_{,,}) \} + \\ &\quad + R_{,,} \sin (\lambda_{,,} - \lambda,) \cos \beta, \cos \beta_{,,} B_{,,} \text{arc } 1'' \\ C_{,,,} &= + R_{,,,} \{ \sin \beta, \cos \beta_{,,} \sin (\lambda_{,,} - L_{,,,}) - \cos \beta, \sin \beta_{,,} \sin (\lambda, - L_{,,,}) \} - \\ &\quad - R_{,,,} \sin (\lambda_{,,} - \lambda,) \cos \beta, \cos \beta_{,,} B_{,,,} \text{arc } 1'', \end{aligned} \right\} 6)$$

die Relation:

$$\frac{[r, r_{,,}]}{[r, r_{,,,}]} Kq_{,,,} = \frac{[r_{,,} r_{,,,}]}{[r, r_{,,,}]} A_{,,,} + B_{,,,} + \frac{[r, r_{,,}]}{[r, r_{,,,}]} C_{,,,}. \quad 7)$$

Wären in den Gleichungen 3), 5) und 7) die beiden Verhältnisse der Dreiecksflächen  $[r, r_{,,}] : [r, r_{,,,}]$  und  $[r_{,,} r_{,,,}] : [r, r_{,,,}]$  bekannt, so würden damit die geocentrischen Distanzen  $q$ ,  $q_{,,}$  und  $q_{,,,}$  gegeben sein und man könnte aus je zweien derselben ohne Schwierigkeit die Elemente ableiten; die Verhältnisse sind jedoch vor Ermittlung der Elemente unbekannt und können nur, solange das Product aus dem Quadrate der Zwischenzeit in die negative dritte Potenz des Radiusvectors eine mässige Grösse ist, mit Hilfe der Gleichungen 19) (pag. 99) oder 22) (pag. 100) näherungsweise bestimmt werden. Es stellt sich daher vorerst die Frage, inwieweit die nach Potenzen der Zwischenzeiten entwickelten Glieder der angeführten Reihen mitgenommen werden müssen, um ausreichende Näherungen zu gewähren. Zur Beantwortung dieser Frage muss zunächst die Ordnung der Grösse  $K$ , sowie der  $A$ -,  $B$ - und  $C$ -Coefficienten festgestellt werden; die letzteren sind, wie dies aus den

folgenden Transformationen erhellt, von der Ordnung der geocentrischen Bogen, also erster Ordnung. Setzt man nämlich:

$$\left. \begin{aligned} f, \sin F, &= \sin(\beta_m + \beta_n) \sin \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) & G, &= F, - \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) \\ f, \cos F, &= \sin(\beta_m - \beta_n) \cos \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) & g, &= \sin(\lambda_m - \lambda_n) \cos \beta_n \cos \beta_m \end{aligned} \right\} 8a)$$

$$\left. \begin{aligned} f_n, \sin F_n, &= \sin(\beta_m + \beta_n) \sin \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) & G_n, &= F_n, - \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) \\ f_n, \cos F_n, &= \sin(\beta_m - \beta_n) \cos \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) & g_n, &= \sin(\lambda_m - \lambda_n) \cos \beta_n \cos \beta_m \end{aligned} \right\} 8b)$$

$$\left. \begin{aligned} f_m, \sin F_m, &= \sin(\beta_m + \beta_n) \sin \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) & G_m, &= F_m, - \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) \\ f_m, \cos F_m, &= \sin(\beta_m - \beta_n) \cos \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) & g_m, &= \sin(\lambda_m - \lambda_n) \cos \beta_n \cos \beta_m \end{aligned} \right\} 8c)$$

so wird:

$$\left. \begin{aligned} A, &= R, f, \sin(G, + L,) - g, R, B, \text{arc } 1'' \\ - B, &= R_n f, \sin(G, + L_n) - g, R_n B_n, \text{arc } 1'' \\ C, &= R_m f, \sin(G, + L_m) - g, R_m B_m, \text{arc } 1'' \end{aligned} \right\} 9a)$$

$$\left. \begin{aligned} A_n &= R, f_n, \sin(G_n + L,) - g_n R, B, \text{arc } 1'' \\ - B_n &= R_n f_n, \sin(G_n + L_n) - g_n R_n B_n, \text{arc } 1'' \\ C_n &= R_m f_n, \sin(G_n + L_m) - g_n R_m B_m, \text{arc } 1'' \end{aligned} \right\} 9b)$$

$$\left. \begin{aligned} A_m &= R, f_m, \sin(G_m + L,) - g_m R, B, \text{arc } 1'' \\ - B_m &= R_n f_m, \sin(G_m + L_n) - g_m R_n B_n, \text{arc } 1'' \\ C_m &= R_m f_m, \sin(G_m + L_m) - g_m R_m B_m, \text{arc } 1'' \end{aligned} \right\} 9c)$$

Die Richtigkeit dieser Resultate wird sich in der folgenden Weise verificiren lassen: setzt man z. B. in der ersten Gleichung in 4):

$$\begin{aligned} \lambda_m - L, &= \left\{ \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) - L, \right\} + \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) \\ \lambda, - L, &= \left\{ \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) - L, \right\} - \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n), \end{aligned}$$

so wird:

$$\begin{aligned} A_n: R, &= \sin \beta, \cos \beta_m \sin \left\{ \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) - L, \right\} \cos \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) + \\ &+ \sin \beta, \cos \beta_m \cos \left\{ \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) - L, \right\} \sin \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) - \\ &- \cos \beta, \sin \beta_m \sin \left\{ \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) - L, \right\} \cos \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) + \\ &+ \cos \beta, \sin \beta_m \cos \left\{ \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) - L, \right\} \sin \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) - \\ &- g_n B, \text{arc } 1'', \end{aligned}$$

oder:

$$\begin{aligned} A_n: R, &= \cos \left\{ \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) - L, \right\} \sin \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) \sin(\beta_m + \beta_n) - \\ &- \sin \left\{ \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) - L, \right\} \cos \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n) \sin(\beta_m - \beta_n) - g_n B, \text{arc } 1'', \end{aligned}$$

und mit Rücksicht auf 8b):

$$A_n: R, = f_n \sin \left\{ F_n - \frac{1}{2}(\lambda_m + \lambda_n) + L, \right\} - g_n B, \text{arc } 1'',$$

woraus der in den Gleichungen 9b) gegebene Ausdruck für  $A_n$  unmittelbar resultirt; die übrigen in 9a), 9b) und 9c) auftretenden Coëfficienten können in ganz ähnlicher Weise erhalten werden.

Die Anwendung der Formeln 8) bedarf in Folge der Einführung der halben Winkel einiger Vorsicht, um die Resultate mit dem richtigen Vorzeichen zu erhalten; die vorgenommene Abtrennung zeigt, dass man bei der Bildung der halben Winkel sich stets zu vergegenwärtigen habe, es müsse den Relationen:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}(\lambda_{mm} - \lambda_n) + \frac{1}{2}(\lambda_{mm} + \lambda_n) &= \lambda_{mm} \\ \frac{1}{2}(\lambda_{mm} - \lambda_r) + \frac{1}{2}(\lambda_{mm} + \lambda_r) &= \lambda_{mm} \\ \frac{1}{2}(\lambda_n - \lambda_r) + \frac{1}{2}(\lambda_n + \lambda_r) &= \lambda_n,\end{aligned}$$

genügt werden; diese Bedingungen werden immer erfüllt sein, wenn man:

$$\begin{aligned}G_r &= F_r - \{\lambda_n + \frac{1}{2}(\lambda_{mm} - \lambda_n)\} \\ G_n &= F_n - \{\lambda_r + \frac{1}{2}(\lambda_{mm} - \lambda_r)\} \\ G_{mm} &= F_{mm} - \{\lambda_r + \frac{1}{2}(\lambda_n - \lambda_r)\},\end{aligned}$$

setzt und hierbei für die Bogen  $\frac{1}{2}(\lambda_{mm} - \lambda_n)$ ,  $\frac{1}{2}(\lambda_{mm} - \lambda_r)$  und  $\frac{1}{2}(\lambda_n - \lambda_r)$  jene Werthe benützt, welche man der Berechnung von  $F_r$ ,  $F_n$  und  $F_{mm}$  zu Grunde gelegt hat.

Entwickelt man die geocentrischen Längen und Breiten in nach Potenzen von  $\tau$  geordnete Reihen, so werden sich die folgenden Ausdrücke aufstellen lassen:

$$\left. \begin{aligned}\lambda &= \lambda_n + \frac{d\lambda_n}{d\tau} \tau + \frac{d^2\lambda_n}{d\tau^2} \frac{\tau^2}{1 \cdot 2} + \dots \\ \beta &= \beta_n + \frac{d\beta_n}{d\tau} \tau + \frac{d^2\beta_n}{d\tau^2} \frac{\tau^2}{1 \cdot 2} + \dots;\end{aligned} \right\} \quad 10)$$

es sind also die in den Gleichungen 8a), 8b) und 8c) (pag. 354) auftretenden Differenzen der Bogen, somit auch ihre Sinus erster Ordnung, während die Cosinus dieser Bogendifferenzen bis auf Grössen zweiter Ordnung der Einheit gleichgesetzt werden können, und demgemäss werden  $f_r$ ,  $f_n$  und  $f_{mm}$ , daher auch die Coefficienten  $A_r$ ,  $A_n$ ,  $A_{mm}$ ,  $B_r$ ,  $B_n$ ,  $B_{mm}$  und  $C_r$ ,  $C_n$ ,  $C_{mm}$  als Grössen erster Ordnung angesehen werden müssen.

Die Ordnung des Coefficienten  $K$  kann in folgender Weise ermittelt werden: denkt man sich durch den ersten und dritten geocentrischen Ort einen grössten Kreis gelegt, dessen aufsteigender Knoten in der Ekliptik durch  $\Pi$ , dessen Neigung durch  $J$  bezeichnet werden soll und setzt in dem Ausdrücke für  $K$  (vergl. Gleichung 1) pag. 352):

$$\begin{aligned}\lambda_{mm} - \lambda_n &= (\lambda_{mm} - \Pi) - (\lambda_n - \Pi) \\ \lambda_{mm} - \lambda_r &= (\lambda_{mm} - \Pi) - (\lambda_r - \Pi) \\ \lambda_n - \lambda_r &= (\lambda_n - \Pi) - (\lambda_r - \Pi),\end{aligned}$$

so wird:

$$\left. \begin{aligned}K &= -\sin \beta, \cos \beta_n, \cos \beta_{mm} \sin (\lambda_{mm} - \Pi) \cos (\lambda_n - \Pi) + \\ &+ \sin \beta, \cos \beta_n, \cos \beta_{mm} \cos (\lambda_{mm} - \Pi) \sin (\lambda_n - \Pi) + \\ &+ \cos \beta, \sin \beta_n, \cos \beta_{mm} \sin (\lambda_{mm} - \Pi) \cos (\lambda_r - \Pi) - \\ &- \cos \beta, \sin \beta_n, \cos \beta_{mm} \cos (\lambda_{mm} - \Pi) \sin (\lambda_r - \Pi) - \\ &- \cos \beta, \cos \beta_n, \sin \beta_{mm} \sin (\lambda_n - \Pi) \cos (\lambda_r - \Pi) + \\ &+ \cos \beta, \cos \beta_n, \sin \beta_{mm} \cos (\lambda_n - \Pi) \sin (\lambda_r - \Pi); \end{aligned} \right\} \quad 11)$$

und es bestehen, wenn man mit  $u$ , und  $u_{mm}$  die sphärischen Abstände des ersten und dritten Ortes von  $\Pi$  bezeichnet, gemäss der Bestimmung von  $\Pi$  und  $J$ :

$$\left. \begin{aligned}\tan J \sin (\lambda_r - \Pi) &= \tan \beta, \\ \tan J \cos (\lambda_r - \Pi) &= \frac{\tan \beta_{mm} \cos (\lambda_{mm} - \lambda_r) \tan \beta_r}{\sin (\lambda_{mm} - \lambda_r)},\end{aligned} \right\} \quad 12)$$

die Relationen:

$$\left. \begin{aligned} \cos(\lambda, -\Pi) \cos \beta, &= \cos u, & \cos(\lambda_{III} - \Pi) \cos \beta_{III} &= \cos u_{III} \\ \sin(\lambda, -\Pi) \cos \beta, &= \sin u \cos J, & \sin(\lambda_{III} - \Pi) \cos \beta_{III} &= \sin u_{III} \cos J \\ \sin \beta, &= \sin u \sin J, & \sin \beta_{III} &= \sin u_{III} \sin J, \end{aligned} \right\} 13)$$

deren Substitution in 11):

$$K = \sin(u, -u_{III}) \{ \cos \beta_{III} \sin(\lambda, -\Pi) \sin J - \sin \beta_{III} \cos J \},$$

ergibt; setzt man für den letzteren Klammerausdruck, welcher (vergl. die geometrische Deutung der Symbole  $\mathcal{J}$ , und  $\mathcal{J}_{III}$  pag. 276) der Sinus des Perpendikels vom zweiten Orte auf den durch die äusseren Beobachtungen gelegten grössten Kreis ist, die Grösse  $\sin p_{II}$ , so wird:

$$K = \sin(u, -u_{III}) \sin p_{II}. \quad 14)$$

Die aus dem sphärischen Dreiecke zwischen dem ersten und dritten Ort und dem Pole der Ekliptik folgende Gleichung:

$$\cos(u, -u_{III}) = \cos \beta \cos \beta_{III} \cos(\lambda, -\lambda_{III}) + \sin \beta \sin \beta_{III},$$

und die hieraus sich ergebende Relation:

$$\sin \frac{1}{2}(u, -u_{III})^2 = \cos \beta \cos \beta_{III} \sin \frac{1}{2}(\lambda, -\lambda_{III})^2 + \sin \frac{1}{2}(\beta_{III} - \beta)^2,$$

liefern bei der numerischen Ausführung eine gute Controle für  $u, -u_{III}$ , welcher Bogen der sphärische Abstand der beiden äusseren Orte und daher erster Ordnung ist. Da die Bewegung eines Himmelskörpers, so lange man nur auf die ersten Potenzen der Zeit Rücksicht nimmt, im grössten Kreise stattfindet (vergl. Gleichung 10) pag. 355), so ist  $p_{II}$  nothwendig von der zweiten Ordnung in Bezug auf die Zwischenzeiten, somit der Factor  $K$  der geocentrischen Distanz dritter Ordnung; da aber die verschiedenen  $A$ -,  $B$ - und  $C$ -Coëfficienten erster Ordnung sind, so müssen in den Verhältnissen der Dreiecksflächen, die mit denselben multiplicirt erscheinen, mindestens die Glieder zweiter Ordnung mitgenommen werden, um die geocentrischen Distanzen auf Grössen erster Ordnung richtig zu erhalten. Die Ersetzung der Verhältnisse der Dreiecksflächen durch die Verhältnisse der Zwischenzeiten allein bietet daher keine ausreichende Annäherung, weshalb mindestens jene Glieder berücksichtigt werden müssen, welche die negativen dritten Potenzen der Radienvectoren enthalten. Die Bestimmung der geocentrischen Distanzen aus den Gleichungen 3), 5) und 7) (pag. 352, 353) führt sonach, da die Radienvectoren selbst Functionen von  $q$ ,  $q_{II}$  und  $q_{III}$  sind (vergl. pag. 291), auf höhere Gleichungen. Die Form dieser letzteren wird eine verschiedene, je nachdem man für die Substitution der Verhältnisse der Dreiecksflächen von den Gleichungen 19) (pag. 99) oder 22) (pag. 100) Gebrauch macht; im ersten Falle hat man die Gleichung 5) (pag. 353) heranzuziehen und erhält aus dieser Verbindung die von Gauss in Vorschlag gebrachte Lösung; bei Benützung der Gleichungen 22) (pag. 100), in welchen die Glieder zweiter und dritter Ordnung Functionen von  $r$ , und  $r_{III}$  werden, hat man dieselben mit 3) und 7) (pag. 352, 353) zu verbinden, um zur Kenntniss von  $q$ , und  $q_{III}$  zu gelangen. Diese in dem vorliegenden Werke in Vor-

schlag gebrachte Lösungsart erscheint wohl von vornherein etwas complicirter, bietet aber nicht nur den Vortheil, dass man die Annäherung um eine Ordnung weiter treiben kann, sondern gewährt auch in jenen Fällen, in welchen man die Glieder dritter Ordnung fortlässt, durchschnittlich eine stärkere Convergenz als das Gauss'sche Verfahren, ohne eine grössere Rechnungsarbeit zu veranlassen. Jene Methode wird daher in dem vorliegenden Werke ausführlich behandelt, die Gauss'sche Lösung aber nur andeutungsweise vorgenommen werden.

Wollte man die Gleichungen 3), 5) und 7) gleichzeitig in Rechnung ziehen, so könnte man sogar zu einem Verfahren gelangen, welches schon in der ersten Annäherung die Glieder vierter Ordnung berücksichtigen würde; die bedeutende Convergenz der oben erwähnten Methoden lässt es jedoch vortheilhaft erscheinen, sich auf die Mitnahme der Glieder dritter Ordnung zu beschränken.

Die Gauss'sche Lösung des Problems gestaltet sich in der folgenden Weise: Die Verbindung der Gleichungen 19) (pag. 99) und 5) (pag. 353) ergibt sofort:

$$\varrho_n = k + \frac{l}{r_n^3}, \quad 15a)$$

in welcher Gleichung abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} k &= \frac{A_n}{K} \frac{\tau_1}{\tau_n} + \frac{B_n}{K} + \frac{C_n}{K} \frac{\tau_m}{\tau_n} \\ l &= \frac{1}{6} \left\{ \frac{A_n}{K} \frac{\tau_1}{\tau_n} (\tau_n^2 - \tau_1^2) + \frac{C_n}{K} \frac{\tau_m}{\tau_n} (\tau_n^2 - \tau_m^2) \right\} \end{aligned} \right\} \quad 15b)$$

gesetzt wurde. Bezeichnet man in dem zur Zeit der mittleren Beobachtung zwischen den Orten der Sonne, der Erde und des Himmelskörpers bestehenden ebenen Dreiecke den Winkel am Himmelskörper mit  $z$ , an der Erde mit  $\psi_n$ , so ist:

$$\left. \begin{aligned} \varrho_n &= \frac{R_n \sin(\psi_n + z)}{\sin z} \\ r_n &= \frac{R_n \sin \psi_n}{\sin z} \end{aligned} \right\} \quad 16)$$

Die Einführung dieser Relationen in 15a) ergibt:

$$R_n \sin \psi_n \cos z + (R_n \cos \psi_n - k) \sin z = \frac{l}{R_n^3 \sin \psi_n^3} \sin z^4,$$

oder auch, indem man:

$$\left. \begin{aligned} \Omega \sin \omega &= R_n \sin \psi_n \\ \Omega \cos \omega &= R_n \cos \psi_n - k \\ M &= \frac{l}{\Omega R_n^3 \sin \psi_n^3} \end{aligned} \right\} \quad 17)$$

setzt:

$$M \sin z^4 = \sin(z + \omega), \quad 18)$$

welche Gleichung übrigens nur scheinbar transcendent ist, da dieselbe leicht auf eine Gleichung achten Grades reducirt werden kann, deren Unbekannte  $\sin z$  ist. Hat man  $\sin z$  nach 18) durch Versuche bestimmt, so führt die Benützung der Gleichungen 16) zur Kenntniss von  $\varrho_n$  und  $r_n$ ; mit Hilfe von  $r_n$  berechnet man nach Gleichung 19) (pag. 199) die Verhältnisse der Dreiecksflächen  $\frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]}$  und  $\frac{[r, r_n]}{[r, r_m]}$ , welche in den Gleichungen 3) und 7) (pag. 352, 353) substituirt,  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  finden lassen,

woraus man die heliocentrischen Orte und die Elemente ableitet, welche letztere theoretisch bis auf Grössen erster Ordnung richtig sein werden.

Zur Lösung des Problems nach der von mir in Vorschlag gebrachten Methode sollen zuerst die Gleichungen 3) (pag. 352) und 7) (pag. 353) in der Gestalt:

$$\left. \begin{aligned} q_r &= \frac{A_r}{K} + \frac{[r, r_m]}{[r, r_m]} \frac{B_r}{K} + \frac{[r, r_n]}{[r, r_n]} \frac{C_r}{K} \\ q_m &= \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} \frac{A_m}{K} + \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} \frac{B_m}{K} + \frac{C_m}{K} \end{aligned} \right\} \quad 19)$$

in Betracht gezogen werden. Ersetzt man die in denselben auftretenden Verhältnisse der Dreiecksflächen nach den Ausdrücken 25) (pag. 101) und führt abkürzend ein:

$$\left. \begin{aligned} I_r &= \frac{A_r}{K} + \frac{B_r}{K} \frac{\tau_n}{\tau_r} + \frac{C_r}{K} \frac{\tau_m}{\tau_r} \\ I_m &= \frac{A_m}{K} \frac{\tau_r}{\tau_m} + \frac{B_m}{K} \frac{\tau_n}{\tau_m} + \frac{C_m}{K} \\ \{II\}_r &= \frac{B_r}{K} \frac{\tau_n}{\tau_r} \Psi'' + \frac{C_r}{K} \frac{\tau_m}{\tau_r} \Psi'' \\ \{II\}_m &= \frac{A_m}{K} \frac{\tau_r}{\tau_m} \Psi'' + \frac{B_m}{K} \frac{\tau_n}{\tau_m} \Psi'' \end{aligned} \right\} \quad 20)$$

so wird:

$$\left. \begin{aligned} q_r &= I_r + \{II\}_r x \\ q_m &= I_m + \{II\}_m x \end{aligned} \right\} \quad 21)$$

in welchen Gleichungen [vergl. 24) pag. 101]  $x$  den Werth  $(r, + r_m)^{-3}$  darstellt; die Symbole  $I$  sind völlig bekannte Grössen, während für die von den  $\Psi$ -Functionen abhängigen Symbole  $\{II\}$  vor Ermittlung der Elemente nur Näherungswerthe nach der Gleichung 23) (pag. 100) substituirt werden können; die Mitnahme der ersten Glieder der letzten Ausdrücke reicht, wie dies oben (pag. 356) gezeigt wurde, aus, doch gestattet die hier gewählte Form der Lösung auch noch die zweiten Glieder in Rechnung zu ziehen. Setzt man:

$$y = \frac{r_m - r_r}{r_m + r_r}, \quad 22)$$

so wird nach 23) (pag. 100), wenn man mit den verschiedenen unten auftretenden Gamma-Symbolen die vor Ermittlung der Elemente nicht näher bekannten Glieder vierter Ordnung darstellt:

$$\left. \begin{aligned} \Psi'' &= -\frac{4}{3} (\tau_n^2 - \tau_r^2) - 4 \frac{\tau_m \tau_r^2}{\tau_n} y + \gamma'' \\ \Psi''' &= -\frac{4}{3} (\tau_n^2 - \tau_r^2) - 4 \tau_r \tau_m y + \gamma''' \\ \Psi'_m &= -\frac{4}{3} (\tau_r^2 - \tau_m^2) + 4 \tau_r \tau_m y + \gamma'_m \\ \Psi''_m &= -\frac{4}{3} (\tau_n^2 - \tau_m^2) + 4 \frac{\tau_r \tau_m^2}{\tau_n} y + \gamma''_m \end{aligned} \right\} \quad 23)$$

die weiteren Abkürzungen:

$$\left. \begin{aligned} \mu_r &= -\frac{4}{3} (\tau_n^2 - \tau_r^2) \quad , \quad II_r = \left( \frac{B_r}{K} \frac{\tau_n}{\tau_r} \right) \mu_r'' + \left( \frac{C_r}{K} \frac{\tau_m}{\tau_r} \right) \mu_r''' \\ \mu_r''' &= -\frac{4}{3} (\tau_n^2 - \tau_r^2) \quad , \quad III_r = -4 \left\{ \frac{B_r}{K} \tau_r \tau_m + \frac{C_r}{K} \tau_m^2 \right\} \\ \mu_m' &= -\frac{4}{3} (\tau_r^2 - \tau_m^2) \quad , \quad II_m = \left( \frac{A_m}{K} \frac{\tau_r}{\tau_m} \right) \mu_m' + \left( \frac{B_m}{K} \frac{\tau_n}{\tau_m} \right) \mu_m'' \end{aligned} \right\} \quad 24)$$



$$\left. \begin{aligned} \mu_m'' &= -\frac{1}{4} (\tau_n^2 - \tau_m^2), \quad III_m = +4 \left\{ \frac{A_m}{K} \tau_n^2 + \frac{B_m}{K} \tau_n \tau_m \right\} \\ \Gamma_n &= \left( \frac{B_n}{K} \tau_n \right) \gamma_n'' + \left( \frac{C_n}{K} \tau_n \right) \gamma_n''' \\ \Gamma_m &= \left( \frac{A_m}{K} \tau_n \right) \gamma_m' + \left( \frac{B_m}{K} \tau_n \right) \gamma_m'', \end{aligned} \right\}$$

von welchen die beiden letzten die vor Ermittlung der Elemente unbekannten Grössen zweiter Ordnung darstellen, während die übrigen als durch die Zwischenzeiten bekannt angesehen werden können, geben den Gleichungen zur Berechnung der Symbole  $\{II\}$  die Form:

$$\left. \begin{aligned} \{II\}_n &= II_n + III_n y + \Gamma_n \\ \{II\}_m &= II_m + III_m y + \Gamma_m \end{aligned} \right\} \quad 25)$$

Ist die Rechnung in der ersten Näherung durchgeführt, so wird dieselbe für  $\eta$ , d. h. für die Verhältnisse der Sektoren zu den Dreiecksflächen Näherungen ergeben, welche mit Benützung der Formel 27) (pag. 101) eine Bestimmung der  $\gamma$ -Grössen gestatten; es wird nämlich sein:

$$\left. \begin{aligned} \gamma_n'' &= \frac{(\eta_n - 1) - (\eta_m - 1)}{\eta_n x} - \mu_n'' + 4 \frac{\tau_n \tau_n^2}{\tau_n} y \\ \gamma_n''' &= \frac{(\eta_n - 1) - (\eta_m - 1)}{\eta_m x} - \mu_n''' + 4 \tau_n \tau_m y \\ \gamma_m' &= \frac{(\eta_m - 1) - (\eta_n - 1)}{\eta_n x} - \mu_m' - 4 \tau_n \tau_m y \\ \gamma_m'' &= \frac{(\eta_m - 1) - (\eta_n - 1)}{\eta_m x} - \mu_m'' - 4 \frac{\tau_n \tau_m^2}{\tau_n} y. \end{aligned} \right\} \quad 26)$$

Die eben durchgeführten Entwicklungen zeigen, dass man in den Gleichungen 21) (pag. 358) die Symbole  $\{II\}$  als mindestens näherungsweise bekannt voraussetzen darf; da aber in diesen Gleichungen:

$$x = (r_n + r_m)^{-3}, \quad 27)$$

ist, während  $q_n$  und  $q_m$  ebenfalls bekannte Functionen von  $r_n$  und  $r_m$  sind (vergl. pag. 291), so wird der diesen Gleichungen entsprechende Werth von  $x$  in jedem speciellen Falle durch zweckmässig geleitete Versuche gefunden werden können, welche eine kleine, im folgenden Kapitel zu erörternde Hilfstafel wesentlich erleichtern wird.

Indem in Bezug auf die Darstellung von  $r_n$  und  $r_m$  als Functionen von  $q_n$  und  $q_m$  auf die früheren Entwicklungen (vergl. pag. 291) verwiesen wird, sollen hier nur jene Abänderungen in das Problem eingeführt werden, die aus der eventuellen Einführung der Sonnenbreiten entstehen. Es ist nämlich:

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2 = (\xi - X)^2 + (\eta - Y)^2 + (\zeta - Z)^2,$$

daher, wenn man die zweiten Potenzen der Sonnenbreiten fortlässt:

$$r^2 = q^2 + R^2 - 2(\xi X + \eta Y + \zeta Z) = q^2 + R^2 - 2qR \cos \beta \cos(\lambda - L) - 2qR \sin \beta \text{Barc } i'';$$

setzt man also:

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi &= \cos \beta \cos(\lambda - L) + \sin \beta \text{Barc } i'' \\ \sin \psi \cos P &= \cos \beta \sin(\lambda - L) \\ \sin \psi \sin P &= \sin \beta - \cos \beta \cos(\lambda - L) \text{Barc } i'', \end{aligned} \right\} \quad 28)$$

so wird:  $r^2 = \varrho^2 + R^2 - 2 \varrho R \cos \psi$ ,

und man erhält, unter der Annahme:

$$N = R \cos \psi, \quad D = R \sin \psi, \quad \text{tang } \theta = \frac{\varrho - N}{D},$$

sofort:

$$r = (\varrho - N) \operatorname{cosec} \theta = D \sec \theta.$$

Bezeichnet man in dem Dreiecke: Sonnenmittelpunkt — Himmelskörper — Beobachtungsort, den Winkel am Himmelskörper mit  $z$ , so wird:

$$\varrho = \frac{r \sin(z + \psi)}{\sin \psi}, \quad R = \frac{r \sin z}{\sin \psi}; \quad 29)$$

man wird, wenn man die Winkel  $z$  und  $\theta$  vergleicht, leicht bemerken, dass:

$$r \sin z = R \sin \psi = r \cos \theta$$

$$r \cos z = \varrho - R \cos \psi = r \sin \theta,$$

somit:

$$z = 90^\circ - \theta, \quad , \quad z_m = 90^\circ - \theta_m, \quad 30)$$

ist.

Wendet man die vorstehend entwickelten Formeln auf den ersten und dritten Ort an, so wird mit Rücksicht darauf, dass in jenen Fällen, in welchen man die Sonnenbreiten in Rechnung zieht,  $\beta$  so klein ist ( $\beta < 1^\circ$ ), dass ohne wesentlichen Nachtheil das Product dieses Bogens in die Sonnenbreite übergangen werden darf, zu rechnen sein:

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi &= \cos \beta \cos(\lambda - L), & \cos \psi_m &= \cos \beta_m \cos(\lambda_m - L_m) \\ \sin \psi \cos P &= \cos \beta \sin(\lambda - L), & \sin \psi_m \cos P_m &= \cos \beta_m \sin(\lambda_m - L_m) \\ \sin \psi \sin P &= \sin \beta - \cos \psi B \operatorname{arc} 1'' & \sin \psi_m \sin P_m &= \sin \beta_m - \cos \psi_m B_m \operatorname{arc} 1'' \\ N &= R \cos \psi, & N_m &= R_m \cos \psi_m \\ D &= R \sin \psi, & D_m &= R_m \sin \psi_m \\ \operatorname{tg} \theta &= \frac{\varrho - N}{D}, & \operatorname{tg} \theta_m &= \frac{\varrho_m - N_m}{D_m} \\ r &= (\varrho - N) \operatorname{cosec} \theta = D \sec \theta, & r_m &= (\varrho_m - N_m) \operatorname{cosec} \theta_m = D_m \sec \theta_m. \end{aligned} \right\} 31)$$

Über die Art und Weise, die versuchsweise Auflösung der Gleichungen 21) bequem zu gestalten, wird das zweitfolgende Kapitel die ausführliche Anleitung enthalten.

## 2. Über die mehrfachen Lösungen des Problems.

Man kann der Gleichung 15a) (pag. 357) durch theoretisch zu rechtfertigende Vernachlässigungen eine einfachere Gestalt ertheilen, welche dieselbe besonders für die Untersuchung der mehrfachen Lösungen des Problems geeignet macht und überdies die Hilfsmittel an die Hand gibt, die im vorangehenden Kapitel aufgeführte versuchsweise Lösung der Gleichungen 21) (pag. 358) zu erleichtern; es wird sich hierbei auch Gelegenheit bieten, jene Fälle aufzuweisen, in welchen drei vollständige Beobachtungen zur Ermittlung der Bahnelemente nicht ausreichen. Da es bei solchen Untersuchungen aber nicht auf die äusserste Genauigkeit ankommt, so sollen in diesem Kapitel die Sonnenbreiten durchaus der Null gleichgesetzt ge-

dacht werden, weshalb mit Rücksicht auf die Gleichungen 8) und 9) (pag. 276) geschrieben werden kann:

$$\frac{[R_n, R_m]}{[R, R_m]} A_n + B_n + \frac{[R, R_n]}{[R, R_m]} C_n = 0.$$

Subtrahirt man diesen Nullwerth von der Gleichung 5) (pag. 353), so wird:

$$KQ_n = \left\{ \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_m]} - \frac{[R_n, R_m]}{[R, R_m]} \right\} A_n + \left\{ \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} - \frac{[R, R_n]}{[R, R_m]} \right\} C_n,$$

macht man von den oben [vergl. 19) pag. 99] gegebenen Reihenentwicklungen Gebrauch, indem man dieselben gleichmässig auf die Bahn des Himmelskörpers und der Erde anwendet und bleibt bei den Gliedern zweiter Ordnung stehen, so findet sich:

$$KQ_n = \left\{ \frac{r_n(r_n^2 - r^2)}{6r_n} A_n + \frac{r_m(r_m^2 - r_n^2)}{6r_n} C_n \right\} \left\{ \frac{1}{r_n^3} - \frac{1}{R_n^3} \right\}.$$

Die Grössen  $A_n$ ,  $B_n$  und  $C_n$  können aber [vergl. 9b) pag. 354] ebenfalls nach Potenzen der Zeit entwickelt werden, so dass etwa:

$$\begin{aligned} A_n &= -B_n - \alpha r_m + \alpha' r_m^2 + \dots \\ C_n &= -B_n + \alpha r_n + \alpha' r_n^2 + \dots, \end{aligned}$$

geschrieben werden kann; lässt man die Glieder dritter Ordnung weg, so findet sich leicht:

$$KQ_n = \frac{r_n r_m}{2} B_n \left\{ \frac{1}{R_n^3} - \frac{1}{r_n^3} \right\}. \quad 1)$$

Die geometrische Deutung der Grösse  $K$  ist oben [Gleichung 14) pag. 356] gegeben worden; jene für  $B_n$  lässt sich ebenfalls ohne Schwierigkeit auffinden. Geht man auf die in den Gleichungen 4) (pag. 353) enthaltene Bedeutung des Symbols  $B_n$  zurück und setzt:

$$\begin{aligned} \lambda_{nm} - L_n &= (\lambda_{nm} - II) - (L_n - II) \\ \lambda_n - L_n &= (\lambda_n - II) - (L_n - II), \end{aligned}$$

so findet sich:

$$\begin{aligned} -\frac{B_n}{R_n} &= \sin \beta \cos \beta_{nm} \sin (\lambda_{nm} - II) \cos (L_n - II) - \sin \beta \cos \beta_{nm} \cos (\lambda_{nm} - II) \sin (L_n - II) - \\ &\quad - \cos \beta \sin \beta_{nm} \sin (\lambda_n - II) \cos (L_n - II) + \cos \beta \sin \beta_{nm} \cos (\lambda_n - II) \sin (L_n - II), \end{aligned}$$

und mit Rücksicht auf die Gleichungen 13) (pag. 356):

$$\frac{B_n}{R_n} = \sin J \sin (L_n - II) \sin (u - u_m).$$

Bezeichnet man mit  $P_n$  das sphärische Perpendikel, welches von dem mittleren Sonnenorte auf den durch die beiden äusseren geocentrischen Orte des Himmelskörpers gelegten grössten Kreis gefällt wird, so ist — die Sonnenbreiten der Null gleich gesetzt —:

$$\sin P_n = \sin J \sin (L_n - II),$$

und man hat sonach:

$$B_n = R_n \sin P_n \sin (u - u_m). \quad 2)$$

Führt man nun in 1) für  $B_n$  die eben erhaltene, für  $K$  die durch die Gleichung 14) (pag. 356) bestimmte Relation ein, so ergibt sich die Gleichung:

$$\frac{Q_n}{R_n} = \frac{r_n r_m}{2} \cdot \frac{\sin P_n}{\sin p_n} \left\{ \frac{1}{R_n^3} - \frac{1}{r_n^3} \right\}, \quad 3)$$

welche den berühmten Lambert'schen Satz über die Krümmung der geocentrischen Bahn eines Himmelskörpers darstellt; es sind nämlich die Grössen  $q''$ ,  $R''$ ,  $r''$ ,  $\tau$ , und  $\tau''$  der Natur nach positiv, weshalb die Factoren:

$$\frac{\sin P''}{\sin p''} \text{ und } \frac{1}{R''^3} - \frac{1}{r''^3},$$

stets das gleiche Vorzeichen haben müssen. Der letztere Factor wird negativ, sobald  $R'' > r''$ , dagegen positiv, wenn  $R'' < r''$ , es muss daher:

$$\begin{aligned} \sin P'' \text{ mit } \sin p'' \text{ ungleich bezeichnet sein, wenn } R'' > r'', \\ \sin P'' \text{ mit } \sin p'' \text{ gleich bezeichnet sein, wenn } R'' < r'' \text{ ist.} \end{aligned}$$

Denkt man sich den durch die äusseren Beobachtungen gelegten grössten Kreis die Himmelskugel in zwei Hemisphären zerfällend, so liegen, da die Perpendikel  $P''$  und  $p''$  polare Coordinaten darstellen, die in Bezug auf diesen grössten Kreis analog wie die Breiten in Bezug auf die Ekliptik gezählt werden, im ersten Falle der mittlere Ort des Himmelskörpers und der zugehörige Sonnenort in verschiedenen, im zweiten Falle aber in denselben Hemisphären; im ersten Falle ( $R'' > r''$ ) ist daher das Bahnstück gegen den Sonnenort nothwendig concav, im zweiten ( $R'' < r''$ ) convex, womit der Lambert'sche Satz über die Krümmung der geocentrischen Bahn nach der Gleichung 3) erwiesen erscheint.

Setzt man in der Gleichung 3):

$$\frac{q''}{R''} = z; \quad \frac{r''}{R''} = \lambda, \quad \frac{\tau, \tau'' \sin P''}{2 \sin p'' R''^3} = m, \quad 4)$$

so nimmt diese die Gestalt:

$$z = m - \frac{m}{\lambda^3}, \quad 5)$$

an, wobei mit Rücksicht auf die Relation (vergl. pag. 291):

$$r''^2 = R''^2 - 2 R'' \cos \psi'' q'' + q''^2,$$

in welcher  $\psi''$  den scheinbaren Abstand des Himmelskörpers von der Sonne zur Zeit der zweiten Beobachtung darstellt, geschrieben werden kann:

$$\lambda^2 = 1 - 2 \cos \psi'' z + z^2. \quad 6)$$

Die Gleichungen 5) und 6) werden also eine Bestimmung von  $z$  ermöglichen und führen entwickelt auf eine Gleichung achten Grades, deren eine Wurzel der Null gleich ist. Von den acht Wurzeln dieser Gleichung kommen aber nicht alle für das vorliegende Problem in Betracht, denn alle imaginären und negativen Wurzeln haben keine Bedeutung, da  $z$  nothwendig einen reellen positiven Werth erhalten muss. Schreibt man die Gleichung 5) in der Form:

$$\frac{m}{(1 - 2 \cos \psi'' z + z^2)^{3/2}} = m - z,$$

und zeichnet die aus dem rechten und linken Theile entstehenden Curven, indem man die Werthe von  $z$  als Abscissen annimmt, so entsteht aus dem linken Theile (der Wurzelausdruck  $\lambda^{3/2}$  vorerst mit seinem doppelten Zeichen genommen) eine

symmetrisch ober- und unterhalb der Abscissenachse verlaufende Curve. Das Maximum beziehungsweise Minimum entspricht der Abscisse  $z = \cos \psi_n$ ; für die Wendepunkte sind die Abscissen  $\cos \psi_n \pm \frac{1}{2} \sin \psi_n$ , und die gegen  $z = \cos \psi_n$  symmetrisch verlaufende Curve nähert sich mit ihren linken und rechten Ästen asymptotisch der Abscissenachse; diese Curve schneidet die Ordinatenachse in der Ordinate  $m$ . Die aus dem rechten Theile der Gleichung entstehende Curve ist aber eine gerade Linie, welche die Ordinatenachse in der Ordinate  $m$  schneidet und mit ihr einen Winkel von  $135^\circ$  einschliesst, so dass für diese Gerade  $\frac{dy}{dx} = -1$  wird. Für  $z = 0$  tritt demnach stets eine Lösung ein und zwar entspricht diese der Erdbahn; da aber  $\lambda^{3/2}$  der Idee des Problems entsprechend nur positiv angesetzt wird, so wird im Allgemeinen, sobald  $m$  positiv ist ( $r_n > R_n$ ), stets bloss der oberhalb der Abscisse gelegene Curvenzweig, sobald  $m$  negativ ist ( $r_n < R_n$ ), der untere allein in Betracht kommen. Es können, wie man leicht sieht, in einem Quadranten nicht mehr als zwei Schnitte stattfinden, da ein Schnitt stets in der Ordinatenachse in der Ordinate  $m$  vorhanden ist; ist  $m$  positiv, so wird also, weil  $z$  der Voraussetzung nach stets positiv ist, der erste Quadrant, wenn aber  $m$  negativ ist, der vierte Quadrant die einzig brauchbaren Lösungen enthalten; überdies kann man hieraus schliessen, dass im ersten Falle die brauchbaren Lösungen zwischen  $x = 0$  und  $x = m$  enthalten sind, während im letzten Falle  $x$  jeden beliebigen positiven reellen Werth annehmen kann. Da somit jedesmal die brauchbaren Lösungen nur in einem Quadranten (ersten oder vierten) stattfinden können, und innerhalb eines solchen entweder kein Schnitt, oder einer oder höchstens zwei Schnitte denkbar sind, so ist der Schluss erlaubt, dass die Gleichung achten Grades eine oder zwei positive Wurzeln habe; im letzteren Falle wird man daher durch zwei verschiedene Bahnen den drei der Rechnung zu Grunde gelegten Beobachtungen genügen können. Man hat diese Doppellösung ganz mit Unrecht als paradox und das Eintreten derselben als selten bezeichnet, letzteres würde vielmehr, wie dies die folgende Discussion lehrt, durchaus nicht vereinzelt vorgekommen sein, wenn man nur die Bahnbestimmung aus drei Orten häufiger auf Kometen angewendet hätte; so wird z. B. der Fall der Doppellösung stets vorliegen, wenn der Himmelskörper von der Sonne weiter entfernt als die Erde und gleichzeitig der scheinbare Abstand derselben von der Sonne  $\psi_n$  kleiner ist als  $90^\circ$ .

Entwickelt man die Gleichungen 5) und 6) (pag. 362) nach  $z$ , reducirt dieselben durch Weglassen der Wurzel  $z = 0$  auf eine Gleichung siebenten Grades und schreibt statt  $2 \cos \psi_n$  der Kürze halber  $a$ , so erhält diese die folgende Gestalt:

$$z^7 - [3a + 2m]z^6 + [3a^2 + 6am + m^2 + 3]z^5 - [a^3 + 6ma^2 + 3am^2 + 6a + 6m]z^4 + [2ma^3 + 3a^2 + 3a^2m^2 + 3m^2 + 12am + 3]z^3 - [a^3m^2 + 6ma^2 + 6am^2 + 6m + 3a]z^2 + [3a^2m^2 + 3m^2 + 6am + 1]z - [2m + 3am^2] = 0.$$

Ist  $m$  positiv, so sind die brauchbaren Lösungen nach den obigen Betrachtungen zwischen den Grenzen  $z = 0$  und  $z = m$  enthalten, das Polynom  $X$  aber nimmt für die eben bezeichneten Grenzen die Werthe:

$$\left. \begin{array}{l} X = -m [2 + 3am] \text{ für } z = 0 \\ X = -m \text{ für } z = m, \end{array} \right\} \quad 7)$$

an, dasselbe ändert das Zeichen, wenn  $[2 + 3am]$  negativ ist, behält dasselbe, wenn  $[2 + 3am]$  positiv wird. Was die Anzahl der Lösungen betrifft, wird im ersten Falle eine Lösung, im letzten Falle entweder keine oder es werden zwei Lösungen möglich sein, da aber die Beobachtungen als der Natur entnommen — Beobachtungsfehler ausgeschlossen — das Vorhandensein einer Lösung erfordern, so wird man im letzten Falle stets berechtigt sein zu behaupten, dass zwei Lösungen vorhanden seien; negative Werthe von  $[2 + 3am]$  bedingen daher, falls  $m$  positiv ist, eine, positive aber zwei Lösungen.

Ist hingegen  $m$  negativ, so wird man haben:

$$\left. \begin{array}{l} X = -m [2 + 3am] \text{ für } z = 0 \\ X = +\infty \text{ für } z = +\infty, \end{array} \right\} \quad 8)$$

woraus man leicht schliesst, dass, da  $m$  negativ vorausgesetzt ist,  $[2 + 3am]$  negativ sein muss, wenn ein Zeichenwechsel (eine Lösung), dagegen positiv, wenn kein solcher (zwei Lösungen oder keine) eintreten soll. Wie man sieht, gestalten sich die Bedingungen für das Eintreten einer oder zweier Lösungen ganz identisch, gleichgiltig ob man  $m$  positiv oder negativ voraussetzt, man erhält daher als Resultat der eben vorgenommenen Untersuchung, dass:

$$\left. \begin{array}{l} \text{falls } (1 + 3 \cos \psi, m) \text{ negativ ist, eine Lösung vorhanden ist, falls aber} \\ (1 + 3 \cos \psi, m) \text{ positiv ist, keine oder zwei Lösungen möglich sind.} \end{array} \right\} \quad 9)$$

Dieses einfache Kriterium wird daher stets die Möglichkeit bieten, sofort die Entscheidung zu treffen, ob man eine einzige oder eine doppelte Lösung des Problems zu erwarten habe.

Da in den Gleichungen 5) und 6) (pag. 362) nur zwei Parameter:  $m$  und  $\cos \psi$ , auftreten, so kann man die zu diesen Parametern gehörenden Werthe von  $z$  in eine Tafel mit doppeltem Eingang bringen, oder — was für die Tabulirung bequemer erscheint — als Argument  $z$  und  $\psi$ , wählen und in die Tafel die zugehörigen Werthe von  $m$  einsetzen; die Herren Anton und Schram haben eine solche Tafel berechnet, welche mit den Argumenten  $\psi$ , (scheinbaren Abstand des Himmelskörpers von der Sonne) und  $z$  (Verhältnis des geocentrischen Abstandes des Himmelskörpers zum geocentrischen Abstände der Sonne) die reciproken Werthe von  $m$ , also  $1 : m$  gibt und als Tafel XIIIa) im vorliegenden Werke Aufnahme gefunden hat; dieselbe ist sehr lehrreich und gibt auf einen Blick zu erkennen, ob in einem gegebenen Falle eine oder zwei Lösungen stattfinden. Es sind nämlich  $\psi$ , und  $\frac{1}{m}$  bekannt; geht man nun, was wohl meist ausreichend sein wird, in die dem vorgelegten Werthe von  $\psi$ , nächstliegende Columnne der Tafel XIIIa) ein, so wird der Werth von  $\frac{1}{m}$  in dieser Columnne sich entweder gar nicht oder an einer oder zwei Stellen finden; findet sich derselbe nicht vor, so ist keine

Lösung vorhanden, daher sind in solchen Fällen Beobachtungs- oder Rechnungsfehler anzunehmen; erscheint der Werth nur einmal, so ist eine Lösung möglich, ist er aber an zwei Stellen vorhanden, so muss das Problem eine doppelte Lösung haben; welche die richtige ist, wird nur durch Benützung anderweitiger Beobachtungen entschieden werden können. Die Tafel XIIIa) gibt daher ein Hilfsmittel an die Hand, die in dem Problem der Bahnbestimmung aus drei Orten auftretende höhere Gleichung sofort näherungsweise zu lösen, man erhält aus derselben den dem vorgelegten  $\psi''$  und  $\frac{1}{m}$  entsprechenden Werth von  $z = \frac{q''}{R''}$ ; ist hierbei der reciproke Werth von  $m$  nahe einem Maximum, so wird die Bestimmung von  $z$  unsicher ausfallen, so dass auch über diesen Umstand die Tafel XIIIa) vollständige Aufklärung gibt.

Man kann sich auch die Aufgabe stellen, für gegebene Werthe von  $\psi''$  die Grenzen von  $m$  zu bestimmen, innerhalb welcher keine, eine oder zwei positive Lösungen für  $z$  eintreten; die diesbezüglichen Grenzwerte sind in der Tafel XIIIb) enthalten, deren Anordnung wohl keiner näheren Erklärung bedarf. Die Werthe in der Columnne „keine Lösung“ der Tafel XIII b) sind an zwei Stellen durch Horizontallinien unterbrochen: es geht an diesen Stellen nämlich die Bedingung des Maximums und Minimums auf negative Werthe von  $z$  über, die als unbrauchbar ausgeschlossen werden; während also Tafel XIII a) mit den Argumenten  $\psi''$  und  $\frac{1}{m}$  den Werth von  $z$  finden lässt, dient Tafel XIII b) nur zur Entscheidung darüber, ob für die gegebenen Werthe von  $\psi''$  und  $m$  Lösungen und wieviele derselben möglich sind.

Es findet sich in der Tafelsammlung auch eine Tafel XIIIc), welche hauptsächlich die Auflösung der Gleichungen 21) (pag. 358) des vorangehenden Kapitels in ihrer Anwendung auf kleine Planeten erleichtern soll. Lässt man nämlich die Glieder dritter Ordnung weg, so kann man diese Gleichungen auch schreiben:

$$\left. \begin{aligned} q' &= I' + \frac{II'}{8r'^3} \\ q''' &= I''' + \frac{II'''}{8r'''^3} \end{aligned} \right\} \quad 10)$$

Vergleicht man diese Relationen mit 5) (pag. 362), so wird man schliessen dürfen, dass innerhalb der gesetzten Genauigkeitsgrenzen:

$$\begin{aligned} m' &= \frac{I'}{R'} = - \frac{II'}{8R'^4} \\ m''' &= \frac{I'''}{R'''} = - \frac{II'''}{8R'''^4}, \end{aligned}$$

sein wird. Beide Werthe können innerhalb dieser Grenzen nur auf Glieder erster Ordnung stimmen, da aber bei den kleinen Planeten hauptsächlich nur die Symbole  $I$  für die Bestimmung von  $q$  massgebend werden, so wird es im Allgemeinen vortheilhafter sein, sich der Relationen:

$$m' = \frac{I'}{R'}, \text{ und } m''' = \frac{I'''}{R'''} \quad 11)$$

zu bedienen; mit diesen Argumenten und den zugehörigen Werthen von  $\psi$  müssen demnach die Gleichungen 5) und 6) (pag. 362) die Bestimmung von  $z$  oder, was noch zweckmässiger ist, von  $\lambda$  ergeben. Es wurde also nach diesen Gleichungen eine Tafel berechnet, welche mit den Argumenten  $\psi$  und  $\log (2\lambda)^{-3}$  den Werth von  $m$  ergibt, und für  $\psi$  und  $\log (2\lambda)^{-3}$  solche Grenzen gewählt, die im Allgemeinen bei der ersten Bahnbestimmung kleiner Planeten nicht überschritten werden. Die Benützung und Verwerthung dieser Tafel wird in dem folgenden Kapitel ausführlich erläutert werden, hier wird von dieser selbst nur kurz Erwähnung gemacht, da ihre Construction mit Rücksicht auf die in diesem Kapitel gemachten Auseinandersetzungen kaum einer näheren Darlegung bedarf; man wird nämlich, da  $\psi$  und  $\lambda$  als gegeben betrachtet werden können, zunächst rechnen:

$$x = \cos \psi + \sqrt{\lambda^2 - \sin^2 \psi},$$

von der Wurzel nur das hier angeführte positive Vorzeichen verwendend, erhält man zur Bestimmung von  $m$ :

$$m = \frac{x}{1 - \frac{1}{\lambda^3}},$$

nach welcher Formel die Tafel XIIIc) berechnet ist; sie gibt mit dem horizontalen Argumente  $\log (2\lambda)^{-3}$ , mit dem vertikalen  $\psi$  den zugehörigen Werth von  $\log m$ .

Die Gleichung 3) (pag. 361) kann auch über die Sicherheit der vorzunehmenden Bahnbestimmung Aufschluss geben. An sich lehrt dieselbe, dass der Bahnbestimmung eine beträchtliche Unsicherheit anhaftet, so lange die Zwischenzeiten klein sind, denn das Verhältnis:

$$\sin P_{\parallel} : \sin p_{\parallel},$$

welches für den Grad der Genauigkeit von  $q_{\parallel}$  massgebend ist, wird stets sehr unsicher erhalten, da  $P_{\parallel}$  und  $p_{\parallel}$  Grössen zweiter Ordnung sind. Es können aber Fälle eintreten, in welchen diese theoretisch als zweiter Ordnung zu betrachtenden Grössen numerisch höherer Ordnung werden: liegen nämlich alle drei Beobachtungen in einem grössten Kreise, so wird nothwendig  $\sin p_{\parallel}$  der Null gleich, soll demnach  $q_{\parallel}$  endliche Werthe erhalten, so muss auch der Factor:

$$\sin P_{\parallel} \left( \frac{1}{R_{\parallel}^3} - \frac{1}{r_{\parallel}^3} \right),$$

der Null gleich werden; dies kann — schliesst man den Specialfall  $r_{\parallel} = R_{\parallel}$  von der Betrachtung aus — nur dann eintreten, wenn auch  $\sin P_{\parallel}$  der Null gleich wird. Liegen also die drei Beobachtungen in einem grössten Kreise, so muss, wenn nicht zufällig  $r_{\parallel}$  sehr nahe gleich  $R_{\parallel}$  ist, welche Bedingung bei kleinen Planeten niemals eintreten kann, der mittlere Sonnenort ebenfalls in diesem grössten Kreise liegen, weshalb man die Behauptung aufstellen kann, dass im Allgemeinen eine Bahnbestimmung aus drei Orten nicht möglich sein wird, wenn diese in einem grössten



Kreise liegen und dass dieselbe sehr unsicher ausfallen muss, wenn dieser Bedingung auch nur nahezu genügt wird. In solchen Fällen müssen jene Methoden der Bahnbestimmung in Anwendung kommen, welche vier Beobachtungen zu diesem Zwecke fordern und in der folgenden Abtheilung näher behandelt werden.

Hieran schliesst sich die für die erste Bahnbestimmung nicht unwichtige Bemerkung, dass schon zwei dem scheinbaren Orte nach einigermaßen entferntere Beobachtungen ein im Allgemeinen verlässliches Kriterium bieten, ob eine Bahnbestimmung aus drei Orten mit Sicherheit möglich sein wird oder nicht: da nämlich  $p_{\text{II}}$  in Bezug auf die Zwischenzeiten zweiter Ordnung ist, so wird eine Bahnbestimmung mit einer nach Massgabe der Zwischenzeit entsprechenden Sicherheit stets erlangt werden können, wenn  $\sin P_{\text{II}}$  eine Grösse nullter Ordnung ist. Legt man durch die erste und dritte Beobachtung, deren Längen und Breiten mit  $\lambda_1$ ,  $\lambda_m$ ,  $\beta_1$  und  $\beta_m$  bezeichnet werden sollen, einen grössten Kreis, so wird der aufsteigende Knoten  $k'$  dieses Kreises und seine Neigung  $i'$  bestimmt sein durch [vergl. 1) pag. 102]:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} i' \sin (\lambda_1 - k') &= \operatorname{tg} \beta_1, \\ \operatorname{tg} i' \cos (\lambda_1 - k') &= \frac{\operatorname{tg} \beta_m - \operatorname{tg} \beta_1 \cos (\lambda_m - \lambda_1)}{\sin (\lambda_m - \lambda_1)}, \end{aligned} \right\} \quad 12a)$$

und:

$$\sin P_{\text{II}} = - \sin (L_{\text{II}} - k') \sin i', \quad 13)$$

welch letztere Grösse den gemachten Auseinandersetzungen zufolge nullter Ordnung sein muss, wenn eine Bahnbestimmung aus drei Orten mit Sicherheit möglich sein soll; statt 12a) wird man sich in der Regel mit den folgenden Annäherungen begnügen dürfen:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_m &= \frac{1}{2} (\lambda_m + \lambda_1) & \beta_m &= \frac{1}{2} (\beta_m + \beta_1) \\ \operatorname{tg} i' \sin (\lambda_m - k') &= \operatorname{tg} \beta_m \\ \operatorname{tg} i' \cos (\lambda_m - k') &= \frac{\beta_m - \beta_1}{(\lambda_m - \lambda_1) \cos \beta_m^2} \end{aligned} \right\} \quad 12b)$$

Die Gleichung 3) (pag. 361) lehrt, dass die Bahnbestimmung um so sicherer ausfällt, je sicherer das Verhältnis  $\sin P_{\text{II}} : \sin p_{\text{II}}$  bestimmt erscheint. Die Gleichungen 14) (pag. 356) und 3) (pag. 361) zeigen aber, dass dieses Verhältnis aus den Beobachtungen durch die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \sin (u_1 - u_m) \sin P_{\text{II}} &= \frac{B_{\text{II}}}{R_{\text{II}}} \\ \sin (u_1 - u_m) \sin p_{\text{II}} &= K, \end{aligned} \right\} \quad 14)$$

bestimmt wird, in welchen  $u_1 - u_m$  den scheinbaren Abstand des ersten und dritten geocentrischen Ortes darstellt. Es ist daher  $K$  ein unmittelbares Mass der Genauigkeit der Bahnbestimmung, so lange nicht  $r$  nahe gleich  $R$  ist, welche Bedingung für die kleinen Planeten niemals eintreten kann; ist die Länge der Seiten des zwischen den drei geocentrischen Orten eingeschlossenen sphärischen Dreiecks nicht allzu gross, so wird  $K$  nahezu die doppelte Fläche desselben darstellen, welche wohl als ein Mass der Genauigkeit der Bahnbestimmung betrachtet werden kann.

Es dürfte angemessen sein hier auch eine Schätzung anzugeben, bis zu welchem Werthe  $K$  herabsinken kann, ohne dass die resultirende Bahnbestimmung allzu unsicher ausfallen würde.  $K$  stellt sich nach 14) als ein Product zweier Factoren dar, von welchen der eine den Sinus des Abstandes der beiden äusseren geocentrischen Orte, der andere den Sinus des Perpendikels vom mittleren Ort auf den durch die beiden äusseren gelegten Kreis darstellt; jener Factor wird im Allgemeinen erster, dieser zweiter Ordnung in Bezug auf die Zwischenzeiten sein. Bei der Sicherheit der Planetenbeobachtungen wird man  $u$ ,  $-u_m$  und  $p$ , wohl bis auf  $5''$  richtig aus den Beobachtungen ableiten können; setzt man die Cosinus der kleinen Bogen der Einheit gleich, so gibt die Differentiation der zweiten Gleichung 14):

$$dK = \sin p, d(u, - u_m) + \sin(u, - u_m) dp,$$

durchschnittlich wird  $\sin p$ , um eine Ordnung kleiner sein als  $\sin(u, - u_m)$ , der Fehler in  $K$  mit Rücksicht auf die obige Fehlergrenze also mit genügender Annäherung:

$$dK = \sin(u, - u_m) \sin 5'',$$

und der Fehler selbst im Verhältniss zu  $K$ :

$$\frac{dK}{K} = \frac{\sin 5''}{\sin p}. \quad 15)$$

Soll also  $K$  etwa auf den hundertsten Theil genau gefunden werden, so muss  $p$ , grösser als  $500''$  sein; begnügt man sich aber mit einer Annäherung bis auf den zehnten Theil, was wohl als die äusserste Grenze bezeichnet werden kann, innerhalb deren noch eine annehmbare Bestimmung möglich ist, so wird  $p$ , sogar auf  $50''$  herabsinken können. Bei Kometen werden aber weit grössere Werthe für  $p$ , gefordert werden müssen, weil hier leicht Fehler von  $20''$  und darüber in der Bestimmung von  $p$ , erwartet werden können. Will man sich demnach ein beiläufiges Bild über die zu erwartende Genauigkeit in der Bahnbestimmung machen, so wird man nach Berechnung des Werthes von  $K$  sofort  $\sin p$ , nach:

$$\sin p = \frac{K}{\sin(u, - u_m)}, \quad 16)$$

bestimmen, wobei man für  $\sin(u, - u_m)$  eine ganz rohe Annäherung, die sich aus der Ansicht der Beobachtungen ergibt, einsetzen darf, und dann nach 15) die zu erwartende relative Unsicherheit in  $K$  ermitteln, es ist daher:

$$\frac{dK}{K} = \frac{\sin 5''}{K} \sin(u, - u_m). \quad 17)$$

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass die eben angestellten Betrachtungen ihre Giltigkeit verlieren, sobald  $r$  nahezu gleich  $R$  wird, ein Umstand, der für kleine Planeten niemals eintreten wird; bei Kometen wird aber eine besondere Vorsicht nothwendig, weil für diese nicht der Werth von  $K$  allein entscheidend ist, derselbe kann sogar den Nullwerth annehmen und die sichere Bahnbestimmung dennoch möglich sein, wenn nur der Sinus des Perpendikels  $P$ , welches vom mittleren Sonnenort auf den durch die äusseren Beobachtungen gelegten grössten

Kreis gefällt wird, eine Grösse nullter Ordnung ist. Denn denkt man sich die Gleichung 3) (pag. 361) in der Form:

$$\sin p'' \frac{q''}{R''} = \frac{r'' r'''}{2} \sin P'' \left\{ \frac{1}{R''^3} - \frac{1}{r''^3} \right\}$$

geschrieben, so wird, falls  $\sin p'' = 0$  und  $\sin P''$  eine Grösse nullter Ordnung ist, aus dem letzten Factor eine sichere Bestimmung für  $r''$  resultiren, woraus übrigens nicht in allen Fällen ein sicherer Schluss auf  $q''$  gezogen werden kann. Im Allgemeinen jedoch wird eine Bahnbestimmung aus drei Orten mit Sicherheit durchgeführt werden können, sobald der Ausdruck:

$$\sin(u, - u''') \sqrt{\sin p''^2 + \sin P''^2}$$

nicht allzu kleine Werthe annimmt; jene Fälle aber, in welchen  $P''$  gross,  $p''$  sehr klein und überdies in dem ebenen Dreiecke: Erde, Sonne und Himmelskörper der Winkel an letzterem nahezu ein rechter ist, werden sich für die Bahnbestimmung aus drei Orten nicht eignen, obwohl das aufgestellte Kriterium eine solche mit Sicherheit vermuthen liesse.

### 3. Bestimmung der geocentrischen Distanzen.

Die Gleichungen 21) (pag. 358) und 25) (pag. 359) ergaben für die geocentrischen Distanzen  $q$ , und  $q'''$  die Relationen:

$$\begin{aligned} q &= I, + \{(II, + \Gamma,) + III, y\} x \\ q''' &= I''' + \{(II''' + \Gamma''') + III''' y\} x, \end{aligned} \quad 1)$$

in welchen für eine vorgelegte Hypothese die Grössen  $q$ ,  $q'''$ ,  $x$  und  $y$  als Unbekannte erscheinen. Die Symbole  $I$ , und  $I'''$  werden nach den beiden ersten Gleichungen 20) (pag. 358) zu berechnen sein, die übrigen nach 24) (pag. 358, 359); die Grössen  $\Gamma$ , und  $\Gamma'''$  sind zweiter Ordnung und, falls keine Näherungen für die Elemente vorliegen, in der ersten Hypothese der Null gleich zu setzen, dieselben ändern ihre Werthe von Hypothese zu Hypothese; die  $I$ -,  $II$ - und  $III$ -Symbole sind, so lange nichts an den Zwischenzeiten geändert wird, Constanten;  $x$  und  $y$  endlich haben die Bedeutung:

$$x = \frac{1}{(r, + r''')^3}, \quad y = \frac{r''' - r,}{r''' + r,}, \quad 2)$$

und die in  $y$  multiplicirten Glieder werden erster Ordnung sein. Um diese Gleichungen in Verbindung mit:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \theta, &= \frac{q, - N,}{D,}, & \operatorname{tg} \theta''' &= \frac{q''' - N'''}{D'''} \\ r, &= \frac{(q, - N,)}{\sin \theta,} = \frac{D,}{\cos \theta,}, & r''' &= \frac{(q''' - N''')}{\sin \theta'''} = \frac{D'''}{\cos \theta'''}, \end{aligned} \right\} 3)$$

(vergl. 31) pag. 360) durch Versuche aufzulösen, wird man zweckmässig  $x$  und  $y$  als Unbekannte in das Problem einführen und beim ersten Versuche  $y = 0$  setzen, welche Substitution als erlaubt bezeichnet werden muss, weil dadurch nur Fehler erster Ordnung begangen werden. Für  $\log x$  wird aus Tafel XIIIc) sofort ein Nähe-

rungrwerth gefunden werden (vergl. 11) pag. 365); man berechnet nämlich zunächst die Logarithmen von:

$$m, = \frac{I,}{R,}, \quad m_m = \frac{I_m}{R_m}, \quad 4)$$

und sucht in der genannten Tafel mit Benützung der bekannten Grössen von  $\psi$ , und  $\psi_m$  (vergl. 28) pag. 359) die zugehörigen zwei Werthe von  $\log (2\lambda)^{-3}$  auf, welche nahezu übereinstimmen werden; ihr arithmetisches Mittel, vermindert um den Logarithmus von  $R_m^3$ , wird ein Näherungswerth für  $\log x$  sein, nämlich:

$$x = (2\lambda R_m)^{-3}. \quad 5)$$

Wendet man die vorliegende Methode der Bahnbestimmung auf Kometen an, wobei übrigens die im nächsten Kapitel aufgeführten Modificationen in Betracht kommen, so kann ganz wohl der Fall eintreten, dass die Grenzen der Tafel XIII c) überschritten werden, dann wird man aber in der Regel bereits durch vorausgehende Rechnungen (parabolische Elemente) Näherungswerthe für  $r, + r_m$  besitzen, die für den ersten Versuch in Anwendung zu bringen sein werden; auch kann man in solchen Fällen die Tafel XIII a) (vergl. pag. 364) zu Rathe ziehen. Hat man bestimmte Annahmen über  $x$  und  $y$  gemacht, die als Anfangswerthe mit  $x_a$  und  $y_a$  bezeichnet werden sollen, so geben die Gleichungen 1) (pag. 369) sofort die zugehörigen geocentrischen Distanzen, aus welchen nach 3) (pag. 369) Werthe für  $r,$  und  $r_m$  resultiren, die in 2) (pag. 369) eingesetzt für  $x$  und  $y$  mit  $x_e$  und  $y_e$  zu bezeichnende Endwerthe ergeben, welche mit  $x_a$  und  $y_a$  identisch sein würden, wenn diese letzteren die wahren Werthe der Unbekannten gewesen wären. Im Allgemeinen werden aber Unterschiede auftreten, die man zur näheren Bestimmung von  $x_a$  und  $y_a$  verwerthen kann. Beschränkt man sich auf differentielle Verhältnisse und bezeichnet:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dq,}{dx} &= \alpha, & \frac{dq,}{dy} &= \beta, \\ \frac{dq_m}{dx} &= \alpha_m, & \frac{dq_m}{dy} &= \beta_m, \end{aligned} \right\} 6)$$

so wird zunächst, mit Rücksicht auf 24) (pag. 295):

$$\left. \begin{aligned} dr, &= \sin \theta, & dq, &= \alpha, \sin \theta, & dx_a &+ \beta, \sin \theta, & dy_a \\ dr_m &= \sin \theta_m, & dq_m &= \alpha_m \sin \theta_m, & dx_a &+ \beta_m \sin \theta_m, & dy_a. \end{aligned} \right\} 7)$$

Andrerseits gibt die Differentiation der Ausdrücke 2):

$$\left. \begin{aligned} dx_e &= - \frac{3}{(r, + r_m)^4} (dr, + dr_m) \\ dy_e &= \frac{2r, dr_m}{(r, + r_m)^2} - \frac{2r_m dr,}{(r, + r_m)^2} \end{aligned} \right\} 8)$$

demnach ist:

$$\left. \begin{aligned} dx_e &= - \frac{3}{(r, + r_m)^4} (\alpha, \sin \theta, + \alpha_m \sin \theta_m) dx_a - \frac{3}{(r, + r_m)^4} (\beta, \sin \theta, + \beta_m \sin \theta_m) dy_a \\ &\quad - \frac{2}{(r, + r_m)^2} (r, \alpha_m \sin \theta_m - r_m \alpha, \sin \theta,) dx_a + \frac{2}{(r, + r_m)^2} (r, \beta_m \sin \theta_m - r_m \beta, \sin \theta,) dy_a. \end{aligned} \right\} 9)$$

Nun muss aber den Relationen:

$$\begin{aligned} x_e + dx_e &= x_a + dx_a \\ y_e + dy_e &= y_a + dy_a, \end{aligned}$$

genügt werden, man hat sonach zur Bestimmung der Verbesserungen der Werthe  $x_a$  und  $y_a$ , die durch  $dx_a$  und  $dy_a$  zu bezeichnen sind, die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} x_e - x_a &= \left\{ 1 + \frac{3}{(r_e + r_m)^4} (\alpha \sin \theta + \alpha_m \sin \theta_m) \right\} dx_a + \\ &\quad + \frac{3}{(r_e + r_m)^4} (\beta \sin \theta + \beta_m \sin \theta_m) dy_a \\ y_e - y_a &= \frac{2}{(r_e + r_m)^2} (r_m \alpha \sin \theta - r \alpha_m \sin \theta_m) dx_a + \\ &\quad + \left\{ 1 + \frac{2}{(r_e + r_m)^2} (r_m \beta \sin \theta - r \beta_m \sin \theta_m) \right\} dy_a. \end{aligned} \right\} 10)$$

Die Auflösung dieser Gleichungen wird in der Regel schon nach dem ersten Versuche so nahe richtige Werthe für  $x$  und  $y$  ergeben, dass ihre Anwendung auf den zweiten Versuch die wahren Werthe der Unbekannten wird finden lassen. — Die Bestimmung der  $\alpha$  und  $\beta$  Coëfficienten hat keine Schwierigkeit; dieselben sind nach 1) (pag. 369):

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= (II + \Gamma) + III, y \\ \alpha_m &= (II_m + \Gamma_m) + III_m y \\ \beta &= III, x \\ \beta_m &= III_m x, \end{aligned} \right\} 11)$$

und können aus den Zahlen des vorangehenden Versuches leicht erhalten werden.

Die Anwendung der Formeln 10) in voller Ausdehnung wird aber durchaus nicht immer nöthig sein, sondern es wird bei ersten Bahnbestimmungen genügen, indem man sofort den Übergang auf die logarithmischen Incremente macht, zu setzen:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{A}_1 &= \log x_e - \log x_a \\ \mathcal{A}_2 &= - \frac{3 \text{ Mod.}}{(r_e + r_m)^4} \left\{ III \sin \theta + III_m \sin \theta_m \right\} (y_e - y_a) \\ \log (-3 \text{ Mod.}) &= 0,11491 \\ d \log x_a &= \frac{\mathcal{A}_1 + \mathcal{A}_2}{1 + \frac{3}{(r_e + r_m)^4} \left\{ II \sin \theta + II_m \sin \theta_m \right\}} \\ dy_a &= y_e - y_a, \end{aligned} \right\} 12)$$

in welcher Gestalt die Formeln im Anhang Aufnahme gefunden haben.

Ist, wie dies hier vorausgesetzt wird, über die Bahnelemente nichts näheres bekannt, so kann bei Befolgung der hier vorgetragenen Methode die Annäherung vorerst nicht weiter getrieben werden, da die Grössen  $\Gamma$  und  $\Gamma_m$ , welche zweiter Ordnung sind, unbekannt bleiben. Die Convergenz dieser Methode ist aber eine so bedeutende, dass man sich wohl in der Regel zur Bestimmung erster Elemente mit der gewonnenen Annäherung begnügen darf. Will man dennoch weiter vorgehen, so wird man sich die Werthe von  $\Gamma$  und  $\Gamma_m$  zu verschaffen haben und zu diesem Zwecke zunächst den zwischen dem ersten und dritten heliocentrischen Orte eingeschlossenen heliocentrischen Bogen  $2f''$  ermitteln: bezeichnet man die analogen Bogen zwischen dem ersten und zweiten Orte mit  $2f'$ ,

zwischen dem zweiten und dritten mit  $2f$ , so ist der Bedeutung der Verhältnisse der Dreiecksflächen gemäss:

$$\left. \begin{aligned} \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_m]} &= \frac{r_n \sin 2f}{r \sin 2f_n}, & \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} &= \frac{r_n \sin 2f_m}{r_m \sin 2f_n} \end{aligned} \right\} \quad 13)$$

weshalb mit Rücksicht auf die in den Gleichungen 23) (pag. 358) auftretenden  $\Psi$ -Coëfficienten wird geschrieben werden dürfen:

$$\left. \begin{aligned} n &= \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_m]} = \frac{1}{\frac{[r, r_m]}{[r_n, r_m]}} = \frac{r}{r_n} \cdot \frac{1}{1 + \Psi_n'' x} \\ n_n &= \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} = \frac{1}{\frac{[r, r_m]}{[r, r_n]}} = \frac{r_m}{r_n} \cdot \frac{1}{1 + \Psi_m'' x} \end{aligned} \right\} \quad 14)$$

wobei  $\Psi_n''$  und  $\Psi_m''$  in der ersten Näherung durch:

$$\left. \begin{aligned} \Psi_n'' &= -\frac{1}{3}(x_n^2 - x^2) - 4 \frac{x_m x^2}{r_n} y \\ \Psi_m'' &= -\frac{1}{3}(x_n^2 - x_m^2) + 4 \frac{x x_m^2}{r_n} y \end{aligned} \right\} \quad 15)$$

ersetzt werden können; war aber eine Näherung schon vorausgegangen, so wird man die betreffenden Werthe von  $\gamma_n''$  und  $\gamma_m''$  mit in Rechnung zu ziehen haben; mit Rücksicht auf diese Auseinandersetzungen kann man daher die beiden Grössen  $n$  und  $n_n$  mindestens als genähert bekannt annehmen. Es findet sich also aus den Gleichungen 13) zunächst:

$$\begin{aligned} r_n \sin 2f &= r, n \sin 2f_n \\ r_n \sin 2f_m &= r_m n_n \sin 2f_n; \end{aligned}$$

denkt man sich in der zweiten Gleichung:

$$f_m = f_n - f,$$

eingesetzt, so erhält man sofort:

$$\begin{aligned} r_n \sin 2f_n \cos 2f - r_n \cos 2f_n \sin 2f &= r_n \sin 2f_n \cos 2f - r, n_n \cos 2f_n \sin 2f_n \\ &= r_m n_n \sin 2f_n, \end{aligned}$$

daher:

$$r_n \cos 2f = r_m n_n + r, n \cos 2f_n.$$

Die eben angesetzten und ähnliche Transformationen führen leicht auf folgende Formeln:

$$\left. \begin{aligned} r_n \sin 2f_m &= r_m n_n \sin 2f_n \\ r_n \cos 2f_m &= r, n + r_m n_n \cos 2f_n \\ r_n \sin 2f &= r, n \sin 2f_n \\ r_n \cos 2f &= r_m n_n + r, n \cos 2f_n \end{aligned} \right\} \quad 16)$$

bei welchen man als Controle den Umstand benutzen wird, dass aus der Verbindung der beiden ersten Gleichungen ein Werth für  $r_n$  resultirt, welcher mit dem aus der Verbindung der beiden letzten Gleichungen erhaltenen identisch sein muss, und dass ferner  $f + f_m = f_n$  wird. Es sind somit alle jene Grössen gegeben, deren man bedarf (vergl. 26) pag. 89), um  $\eta$ , das Verhältniss des Sectors zum Dreieck,

berechnen zu können; bezeichnet man die verschiedenen  $\eta$  analog den Zwischenzeiten durch Accente [vergl. pag. 98 und 24) pag. 358], so findet sich leicht:

$$\left. \begin{aligned} \gamma'' &= \Psi'' - \mu'' + 4 \frac{\tau'' \tau''^2}{\tau''} y = \frac{(\eta' - 1) - (\eta'' - 1)}{\eta'' x} - \mu'' + 4 \frac{\tau'' \tau''^2}{\tau''} y \\ \gamma''' &= \Psi''' - \mu''' + 4 \tau'' \tau'' y = \frac{(\eta' - 1) - (\eta''' - 1)}{\eta''' x} + \{-\mu''' + 4 \tau'' \tau'' y\} \\ \gamma''' &= \Psi''' - \mu''' - 4 \tau'' \tau'' y = \frac{(\eta''' - 1) - (\eta' - 1)}{\eta' x} - \{-\mu''' + 4 \tau'' \tau'' y\} \\ \gamma''' &= \Psi''' - \mu''' - 4 \frac{\tau'' \tau''^2}{\tau''} y = \frac{(\eta''' - 1) - (\eta'' - 1)}{\eta'' x} - \mu''' - 4 \frac{\tau'' \tau''^2}{\tau''} y, \end{aligned} \right\} 17)$$

mit welchen Werthen nach den beiden letzten Gleichungen in 24) (pag. 358)  $\Gamma$ , und  $\Gamma'''$  berechnet werden können, durch die man zu wesentlich genaueren Werthen von  $\{II\}$ , und  $\{II\}'''$  (vergl. 25) pag. 359) gelangt. Die Auflösung der Gleichungen durch Versuche auf Grundlage dieser Werthe wird wieder für  $\varrho$ , und  $\varrho'''$  erhöhte Annäherungen ergeben, die in der eben angedeuteten Weise zur Herleitung neuer, der Wahrheit näher liegender Werthe von  $\Gamma$ , und  $\Gamma'''$  verwendet werden können. Man wird dieses Verfahren so lange fortzusetzen haben, bis die Werthe von  $n$  und  $n'''$  in zwei aufeinanderfolgenden Hypothesen innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der Rechnung identisch gefunden werden; man wird sich wohl meist auf die Bildung der ersten Hypothese beschränken dürfen, da für erste Bahnbestimmungen von kleinen Planeten, bei welchen die in Betracht kommenden Zwischenzeiten wohl selten 50 Tage überschreiten, die ersten Annäherung ( $\Gamma = \Gamma''' = 0$ ) ausreicht, sind aber in dem vorgelegten Falle die heliocentrischen Bogen gross, so werden meist Näherungen für die Elemente bekannt sein, die man sofort zur genügend genauen Bestimmung der Werthe  $\Gamma$ , und  $\Gamma'''$  verwerthen kann.

Zu den vorstehenden Entwicklungen bedarf man der Kenntnis des Bogens  $2f''$ , und es stellt sich die Aufgabe jene Methoden aufzuweisen, die mit möglichst geringer Mühe die Bestimmung dieses Bogens erreichen lassen. Gewöhnlich ermittelt man zu diesem Zweck in bekannter Weise aus  $\varrho$ , und  $\varrho'''$  die heliocentrischen Längen ( $l$ ,  $l'''$ ), Breiten ( $b$ ,  $b'''$ ) und Radienvectoren ( $r$ ,  $r'''$ ) des Himmelskörpers und findet dann leicht aus:

$$\cos 2f'' = \cos b \cos b''' \cos (l''' - l) + \sin b \sin b''',$$

die für die Genauigkeit des Rechnungsergebnisses förderlichere Relation:

$$\sin f''^2 = \cos b \cos b''' \sin \frac{1}{2} (l''' - l)^2 + \sin \frac{1}{2} (b''' - b)^2. \quad 18)$$

Es lassen sich jedoch durch geeignete Transformationen wesentlich bequemere Formeln herstellen, die hauptsächlich dann von besonderem Vortheile sind, wenn man genöthigt ist, mehrfache Annäherungen durchzuführen. Bezeichnet man mit  $s$  die Sehne zwischen den Endpunkten der Radienvectoren  $r$ , und  $r'''$ , so ist:

$$s^2 = r^2 + r'''^2 - 2r r''' \cos 2f'' = (r - r''')^2 + 4r r''' \sin f''^2,$$

daher:

$$\sin f''^2 = \frac{s^2 - (r - r''')^2}{4r r'''}; \quad 19)$$

sind  $x, y, z$ , und  $x_m, y_m, z_m$  die heliocentrischen rechtwinkligen Coordinaten der Endpunkte der Radienvectoren, dann ist:

$$s^2 = (x_m - x)^2 + (y_m - y)^2 + (z_m - z)^2 = r^2 + r_m^2 - 2(x, x_m + y, y_m + z, z_m),$$

also:

$$\sin f''^2 = \frac{1}{2} - \frac{x, x_m + y, y_m + z, z_m}{2 r, r_m}. \quad 20)$$

Weiter ist aber (vergl. pag. 272), wenn man die Sonnenbreiten zwar nicht gleich Null setzt, aber so klein annimmt, dass die Quadrate derselben vernachlässigt werden dürfen:

$$\left. \begin{aligned} x, &= \xi, - X, = \varrho, \cos \lambda, \cos \beta, - R, \cos L, \\ y, &= \eta, - Y, = \varrho, \sin \lambda, \cos \beta, - R, \sin L, \\ z, &= \zeta, - Z, = \varrho, \sin \beta, - R, B, \text{arc } 1'', \end{aligned} \right\} \quad 21a)$$

$$\left. \begin{aligned} x_m &= \xi_m - X_m = \varrho_m \cos \lambda_m \cos \beta_m - R_m \cos L_m \\ y_m &= \eta_m - Y_m = \varrho_m \sin \lambda_m \cos \beta_m - R_m \sin L_m \\ z_m &= \zeta_m - Z_m = \varrho_m \sin \beta_m - R_m B_m \text{arc } 1'', \end{aligned} \right\} \quad 21b)$$

und mit Rücksicht auf die Gleichungen 28) (pag. 359) und 29) (pag. 360):

$$\begin{aligned} x, &= \varrho, \cos[(\lambda, - L,) + L,] \cos \beta, - R, \cos L, = \frac{r, \sin(z, + \psi,)}{\sin \psi,} \cos(\lambda, - L,) \cos \beta, \cos L, - \\ &\quad - \frac{r, \sin(z, + \psi,)}{\sin \psi,} \sin(\lambda, - L,) \cos \beta, \sin L, - \frac{r, \sin z,}{\sin \psi,} \cos L, \\ \frac{x,}{r,} &= \cos(z, + \psi,) \cos L, - \sin(z, + \psi,) \cos P, \sin L, - \cos L, \frac{\sin(z, + \psi,)}{\sin \psi,} \sin \beta, B, \text{arc } 1''. \end{aligned}$$

Das letzte Glied kann der Null gleich gesetzt werden, denn nach 29) (pag. 360) wird  $\sin(z, + \psi,): \sin \psi, = \varrho, : r,$ , daher niemals sehr gross sein, und  $\sin \beta$  wird in jenen Fällen, bei denen man die Sonnenbreiten nicht durch die Einführung des locus fictus eliminiren kann, ebenfalls ein sehr kleiner Bogen werden, dessen Product in den Sinus der Sonnenbreite man auch vernachlässigen kann. Man erhält somit, wenn ähnliche Transformationen für die übrigen Coordinaten ausgeführt werden:

$$\left. \begin{aligned} \frac{x,}{r,} &= \cos(z, + \psi,) \cos L, - \sin(z, + \psi,) \cos P, \sin L, \\ \frac{x_m}{r_m} &= \cos(z_m + \psi_m) \cos L_m - \sin(z_m + \psi_m) \cos P_m \sin L_m \\ \frac{y,}{r,} &= \cos(z, + \psi,) \sin L, + \sin(z, + \psi,) \cos P, \cos L, \\ \frac{y_m}{r_m} &= \cos(z_m + \psi_m) \sin L_m + \sin(z_m + \psi_m) \cos P_m \cos L_m \\ \frac{z,}{r,} &= \sin(z, + \psi,) \sin P, + \cos(z, + \psi,) B, \text{arc } 1'' \\ \frac{z_m}{r_m} &= \sin(z_m + \psi_m) \sin P_m + \cos(z_m + \psi_m) B_m \text{arc } 1'', \end{aligned} \right\} \quad 22)$$

und hieraus mit Weglassung der zweiten Potenzen der Sonnenbreiten:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{r, r_m} (x, x_m + y, y_m + z, z_m) &= \cos(z, + \psi,) \cos(z_m + \psi_m) \cos(L_m - L,) \\ &\quad + \sin(z, + \psi,) \sin(z_m + \psi_m) \{ \cos P, \cos P_m \cos(L_m - L,) + \\ &\quad \quad \quad + \sin P, \sin P_m \} + \\ &\quad + \sin(z, + \psi,) \cos(z_m + \psi_m) \cos P, \sin(L_m - L,) - \\ &\quad - \sin(z_m + \psi_m) \cos(z, + \psi,) \cos P_m \sin(L_m - L,) + \\ &\quad + \sin(z_m + \psi_m) \cos(z, + \psi,) B, \text{arc } 1'' + \\ &\quad + \sin(z, + \psi,) \cos(z_m + \psi_m) B_m \text{arc } 1''. \end{aligned} \right\} \quad 23)$$



Mittelst der Abkürzungen:  $(z, + \psi,) + (z_m + \psi_m) = \Sigma$   
 $(z, + \psi,) - (z_m + \psi_m) = \mathcal{A},$

kann man die Gleichung 23) in die Form:

$$\frac{1}{r, r_m} (x, x_m + y, y_m + z, z_m) = \left. \begin{aligned} & \frac{1}{2} \cos \Sigma \{ \cos(L_m - L,) [1 - \cos P, \cos P_m] - \sin P, \sin P_m \} + \\ & + \frac{1}{2} \sin \Sigma \sin(L_m - L,) [\cos P, - \cos P_m] + \\ & + \frac{1}{2} \cos \mathcal{A} \{ \cos(L_m - L,) [1 + \cos P, \cos P_m] + \sin P, \sin P_m \} + \\ & + \frac{1}{2} \sin \mathcal{A} \sin(L_m - L,) [\cos P, + \cos P_m] + \\ & + \sin(z_m + \psi_m) \cos(z, + \psi,) \sin P_m B, \text{arc } 1'' + \\ & + \sin(z, + \psi,) \cos(z_m + \psi_m) \sin P, B_m, \text{arc } 1'', \end{aligned} \right\} 24)$$

überführen. Nun ist aber:

$$\begin{aligned} 1 - \cos P, \cos P_m &= 1 - \frac{1}{2} \cos(P_m + P,) - \frac{1}{2} \cos(P_m - P,) = \\ &= \sin \frac{1}{2}(P_m + P,)^2 + \sin \frac{1}{2}(P_m - P,)^2 \\ 1 + \cos P, \cos P_m &= 1 + \frac{1}{2} \cos(P_m + P,) + \frac{1}{2} \cos(P_m - P,) = \\ &= \cos \frac{1}{2}(P_m + P,)^2 + \cos \frac{1}{2}(P_m - P,)^2 \\ - \sin P, \sin P_m &= \frac{1}{2} \cos(P_m + P,) - \frac{1}{2} \cos(P_m - P,) = \\ &= \sin \frac{1}{2}(P_m - P,)^2 - \sin \frac{1}{2}(P_m + P,)^2 \\ + \sin P, \sin P_m &= \frac{1}{2} \cos(P_m - P,) - \frac{1}{2} \cos(P_m + P,) = \\ &= \cos \frac{1}{2}(P_m - P,)^2 - \cos \frac{1}{2}(P_m + P,)^2; \end{aligned}$$

setzt man diese Werthe in 24) ein und überdies in derselben Gleichung:

$$\begin{aligned} \cos(L_m - L,) &= \cos \frac{1}{2}(L_m - L,)^2 - \sin \frac{1}{2}(L_m - L,)^2 \\ \sin(L_m - L,) &= 2 \sin \frac{1}{2}(L_m - L,) \cos \frac{1}{2}(L_m - L,) \end{aligned}$$

so findet sich leicht:

$$\frac{1}{r, r_m} (x, x_m + y, y_m + z, z_m) = \left. \begin{aligned} & \cos \Sigma \sin \frac{1}{2}(P_m - P,)^2 \cos \frac{1}{2}(L_m - L,)^2 - \\ & - \cos \Sigma \sin \frac{1}{2}(P_m + P,)^2 \sin \frac{1}{2}(L_m - L,)^2 + \\ & + 2 \sin \Sigma \sin \frac{1}{2}(L_m - L,) \cos \frac{1}{2}(L_m - L,) \sin \frac{1}{2}(P_m + P,) \sin \frac{1}{2}(P_m - P,) + \\ & + \cos \mathcal{A} \cos \frac{1}{2}(P_m - P,)^2 \cos \frac{1}{2}(L_m - L,)^2 - \\ & - \cos \mathcal{A} \cos \frac{1}{2}(P_m + P,)^2 \sin \frac{1}{2}(L_m - L,)^2 + \\ & + 2 \sin \mathcal{A} \sin \frac{1}{2}(L_m - L,) \cos \frac{1}{2}(L_m - L,) \cos \frac{1}{2}(P_m + P,) \cos \frac{1}{2}(P_m - P,) + \\ & + \sin(z_m + \psi_m) \cos(z, + \psi,) \sin P_m B, \text{arc } 1'' + \\ & + \sin(z, + \psi,) \cos(z_m + \psi_m) \sin P, B_m, \text{arc } 1''; \end{aligned} \right\} 25)$$

führt man durch die Relationen:

$$\left. \begin{aligned} w \sin W &= \sin \frac{1}{2}(L_m - L,) \sin \frac{1}{2}(P_m + P,) \\ w \cos W &= \cos \frac{1}{2}(L_m - L,) \sin \frac{1}{2}(P_m - P,) \\ h \sin H &= \sin \frac{1}{2}(L_m - L,) \cos \frac{1}{2}(P_m + P,) \\ h \cos H &= \cos \frac{1}{2}(L_m - L,) \cos \frac{1}{2}(P_m - P,) \end{aligned} \right\} 26)$$

die Hilfsgrößen  $w$ ,  $W$ ,  $h$  und  $H$  ein, so wird die als Controle zu benützende Gleichung:

$$w^2 + h^2 = 1, \quad 27)$$

bestehen, und man kann statt 25) schreiben:

$$\frac{1}{r, r_m} (x, x_m + y, y_m + z, z_m) = w^2 \left\{ \sin W^2 - 2 \cos \frac{1}{2} \Sigma^2 \sin W^2 + \cos W^2 - \right. \\ \left. - 2 \sin \frac{1}{2} \Sigma^2 \cos W^2 + 4 \sin \frac{1}{2} \Sigma \cos \frac{1}{2} \Sigma \sin W \cos W \right\} + \\ + h^2 \left\{ \sin H^2 - 2 \cos \frac{1}{2} \mathcal{A}^2 \sin H^2 + \cos H^2 - 2 \sin \frac{1}{2} \mathcal{A}^2 \cos H^2 + \right. \\ \left. + 4 \sin \frac{1}{2} \mathcal{A} \cos \frac{1}{2} \mathcal{A} \sin H \cos H \right\} + \left. \begin{aligned} &+ \sin(z_m + \psi_m) \cos(z, + \psi,) \sin P_m B, \text{arc } 1'' + \\ &+ \sin(z, + \psi,) \cos(z_m + \psi_m) \sin P, B_m, \text{arc } 1''. \end{aligned} \right\} \quad 28)$$

Mit Rücksicht auf die Bedeutung der Buchstaben  $\Sigma$  und  $\mathcal{A}$  folgt daher für die Gleichung 20) die Relation:

$$\sin f_n^2 = w^2 \sin \left[ W' - \frac{1}{2} (z_m + z,) \right]^2 + h^2 \sin \left[ H' + \frac{1}{2} (z_m - z,) \right]^2 \\ + \sin(z_m + \psi_m) \cos(z, + \psi,) \sin P_m B, \text{arc } 1'' + \sin(z, + \psi,) \cos(z_m + \psi_m) \sin P, B_m, \text{arc } 1'', \quad \left. \right\} \quad 29)$$

worin für die in einem speciellen Falle constanten Bogen abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} W' &= W - \frac{1}{2} (\psi_m + \psi,) \\ H' &= H + \frac{1}{2} (\psi_m - \psi,) \end{aligned} \right\} \quad 30)$$

gesetzt wurde. Die Gleichung 29) bietet also ein sehr einfaches Hilfsmittel zur Bestimmung des Bogens  $f_n$ , insbesondere in jenen die überwiegende Anzahl des Vorkommens bildenden Fällen, bei welchen die Sonnenbreiten der Null gleich angenommen werden dürfen.

Die am Schlusse dieses Werkes gegebene Zusammenstellung der Formeln ist nur dem Falle der ersten Bahnbestimmung, in welchem man mit der Annahme  $\Gamma, = \Gamma_m = 0$  ausreicht, angepasst: es soll daher hier noch die Zusammenstellung jener Formeln gegeben werden, deren man sich zu bedienen hat, wenn man durch Bildung weiterer Hypothesen sich der Wahrheit annähern will. Hat man die Werthe von  $x$  und  $y$  durch Versuche ermittelt, so rechnet man die für die weiteren Hypothesen constanten Hilfsgrößen  $W'$ ,  $H'$ ,  $w$  und  $h$  nach vergl. 26. pag. 375):

$$\left. \begin{aligned} w \sin W &= \sin \frac{1}{2} (L_m - L,) \sin \frac{1}{2} (P_m + P,) , & h \sin H &= \sin \frac{1}{2} (L_m - L,) \cos \frac{1}{2} (P_m + P,) \\ w \cos W &= \cos \frac{1}{2} (L_m - L,) \sin \frac{1}{2} (P_m - P,) , & h \cos H &= \cos \frac{1}{2} (L_m - L,) \cos \frac{1}{2} (P_m - P,) \\ W' &= W - \frac{1}{2} (\psi_m + \psi,) & H' &= H + \frac{1}{2} (\psi_m - \psi,) \\ w^2 + h^2 &= 1 ; \end{aligned} \right\} \quad 31)$$

dann ist [vergl. 29) pag. 376 und 30) pag. 360]:

$$\sin f_n^2 = w^2 \cos \left\{ W' + \frac{1}{2} (\theta, + \theta_m) \right\}^2 + h^2 \sin \left\{ H' + \frac{1}{2} (\theta, - \theta_m) \right\}^2 \\ + \cos(\theta_m - \psi_m) \sin(\theta, - \psi,) \sin P_m B, \text{arc } 1'' + \cos(\theta, - \psi,) \sin(\theta_m - \psi_m) \sin P, B_m, \text{arc } 1'', \quad \left. \right\} \quad 32)$$

$$\left. \begin{aligned} \Psi'' &= \mu'' - 4 \frac{\tau_m \tau,^2}{\tau_n} y + \gamma'', \\ \Psi_m'' &= \mu_m'' + 4 \frac{\tau, \tau_m^2}{\tau_n} y + \gamma_m'' \end{aligned} \right\} \quad 33)$$

wobei für die  $\gamma$ -Symbole jene Werthe zu wählen sind, welche in der betreffenden

Hypothese Verwendung gefunden haben, also nach der ersten Hypothese der Null gleich zu setzen wären. Dann ermittelt man:

$$\left. \begin{aligned} n &= \frac{\tau_i}{\tau_n} \cdot \frac{1}{1 + \psi'' x} & n_n &= \frac{\tau_m}{\tau_n} \cdot \frac{1}{1 + \psi''' x} \\ r_n \sin 2 f_m &= r_m n_n \sin 2 f_n & r_n \sin 2 f_i &= r_n n \sin 2 f_n \\ r_n \cos 2 f_m &= r_n n + r_m n_n \cos 2 f_n & r_n \cos 2 f_i &= r_m n_n + r_n n \cos 2 f_n \\ 2 f_i + 2 f_m &= 2 f_n \end{aligned} \right\} 34)$$

Die Berechnung der drei Werthe von  $\eta$  geschieht nach den unter 35) angeführten Formeln [vergl. 26) pag. 89], in denen man den jeder der drei in Betracht kommenden Combinationen entsprechenden Werth für  $\eta$ ,  $\tau$ ,  $f$ ,  $r$  und  $r'$  zu substituiren haben wird; in welcher Weise dies geschieht, zeigt das in 35) vorangestellte Schema:

|              |          |          |          |
|--------------|----------|----------|----------|
| statt $\eta$ | $\eta_i$ | $\eta_n$ | $\eta_m$ |
| „ $\tau$     | $\tau_i$ | $\tau_n$ | $\tau_m$ |
| „ $f$        | $f_i$    | $f_n$    | $f_m$    |
| „ $r$        | $r_n$    | $r_i$    | $r_n$    |
| „ $r'$       | $r_m$    | $r_m$    | $r_n$    |

$$\left. \begin{aligned} m &= \frac{\tau^2}{(2 \cos f \sqrt{r r'})^3}, & \operatorname{tg}(45^\circ + \omega) &= \sqrt[4]{\frac{r'}{r}}, & l &= \frac{\sin \frac{1}{2} f^2 + \operatorname{tg} 2 \omega^2}{\cos f} \\ h &= \frac{m}{\frac{1}{8} + l + \xi}, & (\eta - 1) &= \frac{h}{\eta^2} (\eta + \frac{1}{8}), & w &= \frac{m}{\eta^2} - l \end{aligned} \right\} 35)$$

Aus den drei Werthen  $\eta_i$ ,  $\eta_n$  und  $\eta_m$  leitet man:

$$\left. \begin{aligned} \gamma'' &= \frac{(\eta_i - 1) - (\eta_n - 1)}{\eta_n x} - \mu'' + \frac{4 \tau_m \tau_i^2}{\tau_n} y \\ \gamma''' &= \frac{(\eta_i - 1) - (\eta_m - 1)}{\eta_m x} - \mu''' + 4 \tau \tau_m y \\ \gamma_m' &= \frac{(\eta_m - 1) - (\eta_i - 1)}{\eta_i x} - \mu_m' - 4 \tau \tau_m y \\ \gamma_m'' &= \frac{(\eta_m - 1) - (\eta_n - 1)}{\eta_n x} - \mu_m'' - \frac{4 \tau \tau_m^2}{\tau_n} y \end{aligned} \right\} 36)$$

ab, in welchen Formeln für:

$$x = \frac{1}{(r_i + r_m)^3}, \quad y = \frac{r_m - r_i}{r_m + r_i},$$

die Werthe der letzten Hypothese einzusetzen sind. Dann hat man zu rechnen:

$$\left. \begin{aligned} \Gamma_i &= \left( \frac{B_i}{K} \frac{\tau_i}{\tau_i} \right) \gamma'' + \left( \frac{C_i}{K} \frac{\tau_m}{\tau_i} \right) \gamma''' \\ \Gamma_m &= \left( \frac{A_m}{K} \frac{\tau_i}{\tau_m} \right) \gamma_m' + \left( \frac{B_m}{K} \frac{\tau_n}{\tau_m} \right) \gamma_m'' \end{aligned} \right\} 37)$$

welche Werthe zur Auflösung der Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \varrho_i &= I_i + [(II_i + \Gamma_i) + III_i y] x \\ \varrho_m &= I_m + [(II_m + \Gamma_m) + III_m y] x \end{aligned} \right\} 38)$$

benützt werden und zu neuen Werthen von  $r_i$ ,  $r_m$ ,  $x$  und  $y$  führen, die eventuell zur Herstellung einer weiteren, mit der Berechnung von 32) (pag. 376) beginnenden Näherung verwendet werden. Nach Beendigung der Annäherungen schreitet man, mit der Formel 10) des Anhanges III beginnend, zur Ableitung der Elemente.

Sind vor Ausführung der Bahnbestimmung genäherte Werthe für die Elemente bekannt, so wird man aus denselben für die Zeiten der Beobachtungen die wahren Anomalien und Radienvectoren ableiten, aus denselben:

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{1}{2} (v_m - v_n) \\ f_2 &= \frac{1}{2} (v_m - v_i) \\ f_3 &= \frac{1}{2} (v_n - v_i) \end{aligned}$$

bestimmen und sofort nach den Formeln 35), 36) und 37) die Werthe von  $\Gamma$ , und  $\Gamma_m$  ermitteln; genügen die bekannten Näherungswerthe für die Elemente nur halbwegs, so wird meist die auf diese Werthe von  $\Gamma$ , und  $\Gamma_m$  aufgebaute erste Hypothese selbst für die Herstellung der neuen genaueren Elemente sich als ausreichend erweisen.

Schliesslich wäre noch jener Correctionen zu gedenken, welche aus der Einführung der Aberrationszeiten entstehen. Berücksichtigt man die Aberration in ähnlicher Weise, wie dies bei der ersten Bestimmung parabolischer Elemente geschehen ist, indem man sich  $q$  nach Potenzen der Zeit entwickelt denkt, so werden die aus den ersten Potenzen der Zeiten entstehenden Correctionen in dem Verhältnisse der Zwischenzeiten verschwinden; das Product der Glieder zweiter Ordnung in die Aberration wird so gering, dass es als gegen die anderweitigen Unsicherheiten verschwindend betrachtet werden darf. Man wird demnach, wenn man in der ersten Bahnbestimmung bei der ersten Hypothese stehen bleibt, die Aberrationszeit nur soweit berücksichtigen, dass man vor Ableitung der Elemente die Beobachtungszeiten der ersten und dritten Beobachtung um die Beträge:

$$\begin{aligned} & - \overline{7.76128} \, q, \\ & - \overline{7.76128} \, q_m, \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} 39) \end{array} \right.$$

corrigirt, wobei die angesetzten Coëfficienten logarithmisch zu verstehen sind und die Correctionen in Einheiten des mittleren Sonnentages erhalten werden. Will man aber auf die Zahlen der ersten Hypothese eine zweite aufbauen, so wird man die Zwischenzeiten und die damit im Zusammenhange stehenden Coëfficienten wegen der Aberration streng verbessern; hierzu bedarf es der Kenntniss von  $q_m$ , um diesen Werth zu erhalten, berechne man nach 8b) und 9b) (pag. 354) die Coëfficienten  $A_m$ ,  $B_m$ ,  $C_m$ , nach 14) (pag. 372)  $[r, r_m] : [r, r_m]$  und  $[r, r_n] : [r, r_m]$  und ziehe mit Hilfe dieser Werthe die Formeln 5) (pag. 353) in Anwendung. Die Zeit der mittleren Beobachtung ist dann um den Betrag:

$$- \overline{7.76128} \, q_m$$

zu corrigiren. Ist die mittlere Sonnenbreite nicht zu klein, so kann mit Vorthail wohl auch die dritte Formel 8) (pag. 272) zur Ermittlung von  $q_m$  benützt werden; dieselbe gibt:

$$q_m = \frac{[r, r_m]}{[r, r_m]} \left\{ \frac{q \sin \beta - R, B, \text{arc } 1''}{\sin \beta} \right\} + \frac{[r, r_m]}{[r, r_m]} \left\{ \frac{q_m \sin \beta_m - R_m B_m \text{arc } 1''}{\sin \beta} \right\} + R_m \frac{B_m \text{arc } 1''}{\sin \beta}, \quad 40)$$

ihre Berechnung gestaltet sich besonders in jenen Fällen, bei welchen man die

Sonnenbreiten eliminirt hat, höchst einfach, die darin auftretenden Verhältnisse der Dreiecksflächen werden nach den Formeln 14) (pag. 372) bestimmt.

#### 4. Anwendung der vorstehend entwickelten Methode auf die Bestimmung einer Kometenbahn.

Die im vorigen Kapitel entwickelte Methode ist rücksichtlich ihrer Ausführung insbesondere der Bahnbestimmung eines kleinen Planeten angepasst; bei Anwendung auf Kometen wird dieses Verfahren in einigen Punkten abgeändert werden müssen. Man sieht nämlich leicht ein, dass wegen der meist beträchtlichen Annäherung der Kometen an die Erde das Verhältniss der geocentrischen Distanzen, ähnlich wie bei der Bestimmung parabolischer Bahnen, mit einer relativ grossen Genauigkeit ermittelt werden kann, während die absolute Bestimmung der Grössen  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  meist einer beträchtlichen Unsicherheit unterworfen ist. Aus der genauen Bestimmbarkeit des Verhältnisses  $\varrho_m : \varrho$ , kann man aber für die Sicherheit der Bahnbestimmung wesentlichen Nutzen ziehen. Die Relation 6) (pag. 275) ergibt für dieses Verhältniss:

$$\varrho_m = \frac{\sin J}{\mathcal{G}_m} \left\{ \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_n]} \odot_n - \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} \odot_n + \odot_m \right\} + \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_n]} \frac{\mathcal{G}_r}{\mathcal{G}_m} \varrho; \quad 1)$$

hier sind die  $\odot$ - und  $\mathcal{G}$ -Symbole Functionen der Lage des durch den mittleren geocentrischen Kometenort gelegten grössten Kreises [vergl. 4) pag. 275], welche der Gleichung 12a) (pag. 285) entsprechend derart bestimmt sei, dass dieselbe für die Genauigkeit der Relation 1) die günstigste wird. Man könnte sich in dem vorliegenden Falle ohne Bedenken auch an die Olbers'sche Wahl des grössten Kreises halten, denn ist dieselbe nicht anwendbar, so geht der durch die äusseren Beobachtungen gelegte Kreis nahe am mittleren Sonnenorte vorbei und es erscheint dann eine Bahnbestimmung aus drei Orten unter allen Umständen nicht mit Sicherheit durchführbar.

Die zweite Gleichung, deren man zur Lösung des Problems bedarf, resultirt aus der Gleichung 3) (pag. 352); dieselbe ist:

$$\varrho = \frac{A}{K} + \frac{B}{K} \frac{[r, r_m]}{[r_n, r_m]} + \frac{C}{K} \frac{[r, r_n]}{[r_n, r_m]}. \quad 2)$$

Setzt man für die Verhältnisse der Dreiecksflächen nach 25) (pag. 101):

$$\left. \begin{aligned} \frac{[r_n, r_m]}{[r, r_n]} &= \frac{r_n}{r_m} \{1 + \psi_m' x\} & , & & \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} &= \frac{r_n}{r_m} \{1 + \psi_m'' x\} \\ \frac{[r, r_n]}{[r_n, r_m]} &= \frac{r_m}{r_n} \{1 + \psi_m''' x\} & , & & \frac{[r, r_m]}{[r_n, r_m]} &= \frac{r_n}{r_n} \{1 + \psi_m'' x\} \end{aligned} \right\} \quad 3)$$

ein und nach 23) (pag. 100):

$$\left. \begin{aligned} \psi_m' &= -\frac{1}{3} (x^2 - r_m^2) + 4x, r_m y + \gamma_m' \\ \psi_m'' &= -\frac{1}{3} (x_n^2 - r_m^2) + \frac{4x, r_m^2}{r_n} y + \gamma_m'' \\ \psi_m''' &= -\frac{1}{3} (r_m^2 - x^2) - 4x, r_m y + \gamma_m''' \\ \psi_m'' &= -\frac{1}{3} (x_n^2 - x^2) - \frac{4x_m r_n^2}{r_n} y + \gamma_m'' \end{aligned} \right\} \quad 4)$$

wobei, wenn sonst keine Näherungen bekannt sind, die  $\gamma$ -Symbole in der ersten Hypothese der Null gleich zu setzen sind, wenn aber solche vorhanden, zu deren Bestimmung die Gleichungen 17) (pag. 373) herangezogen werden können, so erhalten die Gleichungen 1) und 2) (pag. 379) die Gestalt:

$$\left. \begin{aligned} \varrho &= I + (II + IIIy + \Gamma) x \\ \varrho_m &= IV + (V + VIy + \mathcal{A}) x + \{VII + (VIII + IXy + \Sigma) x\} \varrho; \end{aligned} \right\} 5)$$

zu welchem Zwecke abkürzend gesetzt wurde:

$$\left. \begin{aligned} \tau &= k(t_m - t_n) & \mu'' &= -\frac{4}{3}(\tau_n^2 - \tau^2) \\ \tau_n &= k(t_m - t_r) & \mu''' &= -\frac{4}{3}(\tau_m^2 - \tau^2) \\ \tau_m &= k(t_n - t_r) & \mu_m' &= -\mu''' \\ \log k &= 8.235\ 5814 & \mu_m'' &= -\frac{4}{3}(\tau_n^2 - \tau_m^2) \\ \log(-\frac{4}{3}) &= 0.0124\ 9387 & & \end{aligned} \right\} 6)$$

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{1}{(r_r + r_m)^3} & VI &= \frac{\sin J \odot_r}{\mathcal{G}_m} 4 \tau_r^2 - \frac{\sin J \odot_n}{\mathcal{G}_m} 4 \tau_r \tau_m \\ y &= \frac{r_m - r_r}{r_m + r_r} & VII &= \left( \frac{\mathcal{G}_r}{\mathcal{G}_m \tau_m} \right) \\ I &= \frac{A_r}{K} + \left( \frac{B_r \tau_n}{K \tau_r} \right) + \left( \frac{C_r \tau_m}{K \tau_r} \right) & VIII &= \left( \frac{\mathcal{G}_r}{\mathcal{G}_m \tau_m} \right) \mu_m' \\ II &= \left( \frac{B_r \tau_n}{K \tau_r} \right) \mu'' + \left( \frac{C_r \tau_m}{K \tau_r} \right) \mu''' & IX &= \frac{\mathcal{G}_r}{\mathcal{G}_m} 4 \tau_r^2 \\ III &= -4 \frac{B_r}{K} \tau_r \tau_m - 4 \frac{C_r}{K} \tau_m^2 & \Gamma &= \left( \frac{B_r \tau_n}{K \tau_r} \right) \gamma'' + \left( \frac{C_r \tau_m}{K \tau_r} \right) \gamma''' \\ IV &= \left( \frac{\sin J \odot_r}{\mathcal{G}_m \tau_m} \right) - \left( \frac{\sin J \odot_n}{\mathcal{G}_m \tau_m} \right) + \frac{\sin J \odot_m}{\mathcal{G}_m} & \mathcal{A} &= \left( \frac{\sin J \odot_r}{\mathcal{G}_m \tau_m} \right) \gamma_m' - \left( \frac{\sin J \odot_n}{\mathcal{G}_m \tau_m} \right) \gamma_m'' \\ V &= \left( \frac{\sin J \odot_r}{\mathcal{G}_m \tau_m} \right) \mu_m' - \left( \frac{\sin J \odot_n}{\mathcal{G}_m \tau_m} \right) \mu_m'' & \Sigma &= \left( \frac{\mathcal{G}_r}{\mathcal{G}_m \tau_m} \right) \gamma_m' \end{aligned} \right\} 7)$$

Aus diesen Gleichungen werden durch Versuche jene Werthe von  $x$  und  $y$  zu ermitteln sein, welche in die Gleichungen 5) eingesetzt, für  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  solche Werthe geben, dass die mittelst der letzteren durch:

$$\left. \begin{aligned} \tan \theta_r &= \frac{\varrho_r - N_r}{D_r} & \tan \theta_m &= \frac{\varrho_m - N_m}{D_m} \\ r_r &= D_r \sec \theta_r & r_m &= D_m \sec \theta_m; \end{aligned} \right\} 8)$$

(vergl. 31) pag. 360) bestimmten Werthe der Radienvectoren den Anfangsannahmen über  $r$ , und  $r_m$  entsprechen. Da in den hier in Betracht kommenden Fällen durch die parabolische Hypothese Näherungswerthe für  $r$ , und  $r_m$  vorhanden sind, wird es vortheilhaft sein, diese Grössen oder auch  $\varrho$ , und  $y$  als Unbekannte in das Problem einzuführen und durch entsprechende Variation derselben die wahren Werthe zu finden; der bei diesen Versuchen zu befolgende Rechnungsmechanismus wird gelegentlich des entsprechenden Rechnungsbeispiels ausführlich dargelegt werden.

Man wird übrigens auch schon in der ersten Hypothese Näherungen für  $\Gamma$ ,  $\mathcal{A}$  und  $\Sigma$  einzusetzen in der Lage sein, denn die Anwendung der eben auseinander-gesetzten Methode wird sich hauptsächlich auf jene Fälle erstrecken, in welchen die parabolische Hypothese zwar keine völlig genügende Darstellung des mittleren Ortes

erzielt hat, in welchen sich aber doch parabolische Elemente ergeben haben, die als Näherungen zur Ermittlung der Werthe  $\Gamma$ ,  $\mathcal{A}$  und  $\Sigma$  dienen können. Man wird in diesen Fällen zur Berechnung des Verhältnisses des Dreieckes zum Sector die auf pag. 93 und 94 angegebenen Formeln benützen können, denen man mit Rücksicht auf 11) (pag. 78) die Gestalt:

$$\sin \theta = \frac{6kt}{2^{3/2}(r+r')^{3/2}} \quad , \quad \sin \frac{1}{2} \gamma = \sin \frac{1}{2} \theta \sqrt{2} \quad , \quad \eta - 1 = \frac{1}{3} \frac{\sin \frac{1}{2} \gamma^2}{\cos \gamma} \quad 9)$$

ertheilen darf; ebenso kann man aber den Hilfswinkel  $\gamma$  mit Benützung der  $\mu$ -Tafel (vergl. pag. 79) bestimmen; denn es ist:

$$\sin \gamma = \frac{s}{r+r'} \quad ,$$

daher auch, wenn man die früher benützte Hilfsgrösse  $\eta$  (vergl. pag. 80), um Verwechslungen mit dem durch denselben Buchstaben bezeichneten Verhältnisse des Sectors zum Dreiecke zu vermeiden, in eine Klammer setzt:

$$\left. \begin{aligned} [\eta] &= \frac{akt}{(r+r')^{3/2}} \quad (\text{Argument für Tafel VII}) \\ \sin \gamma &= [\eta] \mu \\ \eta - 1 &= \frac{1}{3} \frac{\sin \frac{1}{2} \gamma^2}{\cos \gamma} = \frac{\sin \gamma^2}{3 \cos \gamma \cos \frac{1}{2} \gamma^2} \end{aligned} \right\} \quad 10)$$

das letztere Formelsystem wird gegen die Gleichungen 9) den Vorzug verdienen.

Hiermit sind jene Abänderungen aufgewiesen, welche man an die im dritten Kapitel (pag. 369 ff.) entwickelte Methode anbringen muss, um dieselbe mit Vortheil auf die Bestimmung einer Kometenbahn aus drei Orten anwenden zu können. Es würde nur noch erübrigen, die Formeln übersichtlich zusammenzustellen; da aber von denselben wohl selten Gebrauch gemacht wird, so genügt es, auf die Durchführung des dritten Beispiels im folgenden Kapitel hinzuweisen, in welchem bei der Mittheilung der Rechnungsergebnisse auf die zugehörigen Formeln aufmerksam gemacht, und die veränderte Form der Ableitung der Elemente berücksichtigt werden wird. Schliesslich kann erwähnt werden, dass es im Allgemeinen für die Genauigkeit des Resultates vortheilhaft sein wird, die Berechnung von Kometenelementen ohne Voraussetzung über die Excentricität mit Zugrundelegung von vier Orten nach der Methode der zweiten Abtheilung durchzuführen.

## 5. Beispiele.

Um ein Beispiel für eine erste Bahnbestimmung aus drei Orten zu geben, in welchem die Einführung des locus fictus sich bezüglich der einen Beobachtung als unthunlich erweist, sollen die drei folgenden in Marseille angestellten Beobachtungen des Planeten  $\textcircled{217}$  Eudora gewählt werden:

| Beobachtungsort | Datum        | Ortszeit                                        | app. $\alpha$                                      | app. $\delta$  |
|-----------------|--------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|
| Marseille       | 1880 Sept. 1 | 14 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup> | 23 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup> 91 | — 4° 45' 37" 6 |
| ,,              | ,, 21        | 13 6 24                                         | 23 4 57.18                                         | — 8 35 41.9    |
| ,,              | Oct. 4       | 9 41 31                                         | 23 0 46.34                                         | — 10 24 59.1.  |

Da keine Näherungen für die Elemente dieses Planeten als bekannt vorausgesetzt werden, so sind die Beobachtungen nach den Vorschriften des Anhangs I. A. für die Bahnbestimmung vorzubereiten.

Zunächst wurden die Ortszeiten durch Anbringung der Längendifferenz ( $+32^m 0^s 3$ ) auf den Berliner Meridian bezogen, dann in Decimaltheile des Tages verwandelt und für die so erhaltenen Zeitangaben aus dem Berliner Jahrbuche die auf das mittlere Äquinocetium 1880.0 bezogenen Sonnencoordinaten nebst den Bessel'schen Reduc-tionsgrößen, sowie die für den Jahresanfang geltende mittlere Schiefe der Ekliptik entlehnt und so erhalten :

|             |                   |                   | $L_0$                    | $B_0$     | $\log R$  |
|-------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| 1) Sept. 1, | $15^h 3^m 21^s 3$ | = Sept. 1.627 330 | $159^{\circ} 56' 22'' 3$ | $-0'' 20$ | 0.003 657 |
| 2) „ 21,    | 13 38 24.3        | = „ 21.568 337    | 179 21 50.7              | $+0.80$   | 0.001 329 |
| 3) „ 34,    | 10 13 31.3        | = „ 34.426 057    | 192 0 17.9               | $-0.01$   | 9.999 753 |

|    | $f$        | $\log g$ | $G$               | $\log h$ | $H$               | $\log i$ | $\epsilon$              |
|----|------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|-------------------------|
| 1) | $+47'' 34$ | 1.3139   | $357^{\circ} 15'$ | 1.2779   | $111^{\circ} 42'$ | 0.8834   |                         |
| 2) | $+49.15$   | 1.3301   | 357. 27           | 1.2732   | 90 42             | 0.9105   | $23^{\circ} 27' 17'' 5$ |
| 3) | $+50.26$   | 1.3397   | 357 56            | 1.2749   | 76 57             | 0.9006.  |                         |

Zur Berechnung der kleinen Aberrationsglieder fand sich zunächst nach Anhang I.

A. 2):  $H_0 = 350^{\circ} 0$ ,  $\log h_0 = 9.534$ ,  $i_0 = -0'' 025$ ,

damit nach Anhang I. A. 2):

|                                   | 1.                    | 2.                    | 3.                    |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| app. $\alpha$ — mittl. $\alpha$ : | $(+66'' 45 - 0'' 12)$ | $(+68'' 54 - 0'' 14)$ | $(+68'' 36 - 0'' 15)$ |
| app. $\delta$ — mittl. $\delta$ : | $(+27'' 91 - 0'' 05)$ | $(+27'' 94 - 0'' 07)$ | $(+27'' 15 - 0'' 08)$ |

es ist sonach:

|    | mittl. $\alpha$         | mittl. $\delta$        |
|----|-------------------------|------------------------|
| 1. | $348^{\circ} 55' 7'' 3$ | $-4^{\circ} 46' 5'' 5$ |
| 2. | 346 13 9.3              | 8 36 9.8               |
| 3. | 345 10 26.9             | 10 25 26.2.            |

Die Verwandlung in Länge und Breite nach Anhang I. A. 5) gibt:

|    | $\lambda$                | $\beta$               | $\lambda - \alpha$      | Probe: $\delta - \beta$ |
|----|--------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1. | $347^{\circ} 56' 53'' 5$ | $-0^{\circ} 0' 4'' 1$ | $-0^{\circ} 58' 13'' 9$ | $-4^{\circ} 46' 1'' 4$  |
| 2. | 343 59 11.2              | -2 29 30.6            | -2 13 58.1              | -6 6 39.2               |
| 3. | 342 19 47.0              | -3 46 24.8            | -2 50 39.8              | -6 39 1.4.              |

Die Kleinheit der ersten Breite lässt sofort erkennen, dass in diesem Falle die Ein-führung des locus fictus unthunlich wird. Zunächst ergab sich nach Anhang I. A. 6), unter der Annahme  $\varphi' = +43^{\circ} 6' 8$ ,  $\log h = 9.9993$  für Marseille:

|          | 1.                 | 2.                 | 3.                  |
|----------|--------------------|--------------------|---------------------|
| $\theta$ | $19^{\circ} 26' 7$ | $17^{\circ} 51' 7$ | $339^{\circ} 18' 8$ |
| $(L)$    | 35 43.3            | 34 30.0            | 2 58.4              |
| $l$      | 35 42.4            | 34 29.1            | 2 57.5              |
| $b$      | 32 1.4             | 32 32.1            | 46 51.6.            |



Für den zweiten und dritten Ort ergaben die Formeln Anhang I. A. 7):

$$\begin{array}{rcl} & 2. & 3. \\ L - L_0 & - 19''71 & - 49''42 \\ \log R - \log R_0 & + 0.000\,196 & + 0.000\,192 \\ dt & - 0.000\,003 & - 0.000\,003. \end{array}$$

Für den ersten Ort mussten die Formeln Anhang I. A. 8) in Anwendung gezogen werden; da für dieselben in dem vorliegenden Werke noch kein ausführliches Beispiel Aufnahme gefunden hat, so soll dasselbe hier vollständig mitgeteilt werden.

$$\begin{array}{rcl} \sin b & 9.7245 & \sin(L_0 - l) \quad 9.9174 \\ \cos b & 9.9283 & \cos(L_0 - l) \quad 9.97502 \\ h\pi : R_0 & 0.9424 & \cos(L_0 - l) \text{ Mod. arc } 1'' \quad 4.0736 \\ \sin b(h\pi : R_0) & 0.6669 & L - L_0 \quad + 6''14 \\ \cos b(h\pi : R_0) & 0.8707 & B - B_0 \quad - 4''64 \\ L_0 - l & 124^\circ 14'0 & \log R - \log R_0 \quad + 0.000\,009. \end{array}$$

Es sind sonach die Grundlagen der Rechnung, auf welche die erste Bahnbestimmung aufzubauen ist:

|       | 1880       | $\lambda$     | $\beta$     | $L$           | $B$    | $\log R$   |
|-------|------------|---------------|-------------|---------------|--------|------------|
| Sept. | 1.627 330  | 347° 56' 53"5 | — 0° 0' 4"1 | 159° 56' 28"4 | — 4"84 | 0.003 666  |
| Sept. | 21.568 334 | 343 59 11.2   | — 2 29 30.6 | 179 21 31.0   | 0.00   | 0.001 525  |
| Sept. | 34.426 054 | 342 19 47.0   | — 3 46 24.8 | 191 59 28.5   | 0.00   | 9.999 945. |

Bei der Zwischenzeit von 33 Tagen wird mit Rücksicht auf die bedeutende Convergenz der hier zu befolgenden Methode die erste Hypothese völlig ausreichende Näherungen ergeben, so dass die im Anhang III für diesen Fall aufgeführten Formeln zur Anwendung gelangen; da hiermit ein Musterbeispiel gegeben werden soll, so werden die erforderlichen Rechnungen auf den folgenden Blättern ausführlich mitgeteilt.

Es fand sich nach Anhang III. 1):

$$\begin{array}{rcl} \sin \beta, & 5_n 298\,359 & \lambda_m - \lambda_n \quad 358^\circ 20' 35''8 \quad \lambda_n - \lambda, \quad 356^\circ 2' 17''7 \\ \cos \beta, & 0.000\,000 & \sin(\lambda_m - \lambda_n) \quad 8_n 461\,067 \quad \sin(\lambda_n - \lambda, ) \quad 8_n 839\,418 \\ \sin \beta_n & 8_n 638\,259 & \sin \beta, \cos \beta_n \cos \beta_m \quad 5_n 297\,006 \quad \cos \beta, \cos \beta_n \sin \beta_m \quad 8_n 817\,903 \\ \cos \beta_n & 9.999\,589 & \lambda_m - \lambda, \quad 354^\circ 22' 53''5 \\ \sin \beta_m & 8_n 818\,314 & \sin(\lambda_m - \lambda, ) \quad 8_n 990\,799' \\ \cos \beta_m & 9.999\,058 & \cos \beta, \sin \beta_n \cos \beta_m \quad 8_n 637\,317 \\ & & K = - 0.000\,29601, \quad \log K = 6_n 471\,306, \end{array}$$

der Abstand der beiden äusseren Orte beträgt etwa  $7^\circ$ ; nach Anhang III. 16) ist also:

$$\log \frac{dK}{K} = 8_n 00.$$

die Unsicherheit in  $K$ , somit auch die Unsicherheit in  $\varphi$ , und  $\varphi_m$  wird nahezu den

hundertsten Theil betragen, die bei dieser Bahnbestimmung zu erhoffende Genauigkeit daher eine sehr mässige sein.

Die Rechnung nach Anhang III. 2) stellt sich mit Rücksicht darauf, dass  $B$ , nicht der Null gleich ist, wie folgt:

|                                  |                        |                        |
|----------------------------------|------------------------|------------------------|
| $\lambda - L$                    | 188° 0' 25" 1          | 150° 20' 18" 5         |
| $\sin(\lambda - L)$              | 9 <sub>n</sub> 143 931 | 9·694 496              |
| $\cos \beta$                     | 0·000 000              | 9·999 058              |
| $\cos(\lambda - L)$              | 9 <sub>n</sub> 995 745 | 9 <sub>n</sub> 939 002 |
| $\sin \beta$                     | 5 <sub>n</sub> 298 359 | 8 <sub>n</sub> 818 314 |
| Barc 1"                          | 5 <sub>n</sub> 3704    | — ∞                    |
| $\cos \psi$                      | 9 <sub>n</sub> 995 745 | 9 <sub>n</sub> 938 060 |
| $\cos \psi \cdot \text{Barc 1}"$ | 5·3661                 | — ∞                    |
| Subtr.                           | 0·2685                 | —                      |
| $\sin P \sin \psi$               | 5 <sub>n</sub> 6346    | 8 <sub>n</sub> 818 314 |
|                                  | 0 <sub>n</sub> 000 000 | 9·996 177              |
| $\cos P \sin \psi$               | 9 <sub>n</sub> 143 931 | 9·693 554              |
| $\sin \psi$                      | 9·143 931              | 9·697 377              |
| $\log N$                         | 9 <sub>n</sub> 999 411 | 9 <sub>n</sub> 938 005 |
| $N - 0·998 645$                  |                        | — 0·866 972            |
| $\log D$                         | 9·147 597              | 9·697 322.             |

Anhang III. 3 :

|                                               |                        |                                              |                        |
|-----------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|------------------------|
| $\lambda_m - \lambda_n$                       | 358° 20' 35" 8         | $\lambda_n - \lambda_i$                      | 356° 2' 17" 7          |
| $l_n''' = \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n)$ | 179 10 17·9            | $l_i'' = \frac{1}{2}(\lambda_n - \lambda_i)$ | 178 1 8·85             |
| $\beta_m + \beta_n$                           | — 6 5 55·4             | $\beta_n + \beta_i$                          | — 2 29 31·7            |
| $\beta_m - \beta_n$                           | — 1 16 54·2            | $\beta_n - \beta_i$                          | — 2 29 26·5            |
| $\sin(\beta_m + \beta_n)$                     | 9 <sub>n</sub> 037 960 | $\sin(\beta_n + \beta_i)$                    | 8 <sub>n</sub> 638 458 |
| $\sin \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n)$     | 8·160 082              | $\sin \frac{1}{2}(\lambda_n - \lambda_i)$    | 8·538 648              |
| $\sin(\beta_m - \beta_n)$                     | 8 <sub>n</sub> 349 635 | $\sin(\beta_n - \beta_i)$                    | 8 <sub>n</sub> 638 061 |
| $\cos \frac{1}{2}(\lambda_m - \lambda_n)$     | 9 <sub>n</sub> 999 955 | $\cos \frac{1}{2}(\lambda_n - \lambda_i)$    | 9 <sub>n</sub> 999 740 |
| $f, \sin F$                                   | 7 <sub>n</sub> 198 042 | $f_m \sin F_m$                               | 7 <sub>n</sub> 177 106 |
|                                               | 9·998 922              |                                              | 9·999 740              |
| $f, \cos F$                                   | 8·349 590              | $f_m \cos F_m$                               | 8·637 801              |
| $F$                                           | 355° 57' 53" 6         | $F_m$                                        | 358° 1' 2" 3           |
| $\lambda_n + l_n'''$                          | 163 9 29·1             | $\lambda_i + l_i''$                          | 165 58 2·3             |
| $G$                                           | 192 48 24·5            | $G_m$                                        | 192 3 0·0              |
| $\log f$                                      | 8·350 668              | $\log f_m$                                   | 8·638 061.             |

Nach Anhang III. 4) findet sich im Hinblick darauf, dass  $B_n$  und  $B_m$  der Null gleich zu setzen sind:

|           |                |             |                |
|-----------|----------------|-------------|----------------|
| $G + L$   | 352° 44' 52" 9 | $G_m + L_i$ | 351° 59' 28" 4 |
| $G + L_n$ | 12 9 55·5      | $G_m + L_n$ | 11 24 31·0     |

|                                |                        |                                |                        |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| $G, + L_m$                     | 24° 47' 53"0           | $G_m + L_m$                    | 24° 2' 28"5            |
| $\sin (G, + L)$                | 9 <sub>n</sub> 101 173 | $\sin (G_m + L)$               | 9 <sub>n</sub> 144 029 |
| $f, R,$                        | 8·354 334              | $f_m R,$                       | 8·641 727              |
| $f, R, \sin (G, + L)$          | 7 <sub>n</sub> 455 507 | $f_m R, \sin (G_m + L)$        | 7 <sub>n</sub> 785 756 |
| $\sin (\lambda_m - \lambda_n)$ | 8 <sub>n</sub> 461     | $\sin (\lambda_m - \lambda_n)$ | 8 <sub>n</sub> 839     |
| $\cos \beta_n \cos \beta_m$    | 9·999                  | $\cos \beta, \cos \beta_n$     | 0·000                  |
| $R, B, \text{arc } 1''$        | 5 <sub>n</sub> 374     | $R, B, \text{arc } 1''$        | 5 <sub>n</sub> 374     |
| $dA,$                          | 3 <sub>n</sub> 834     | $dA_m$                         | 4 <sub>n</sub> 213     |
| Add.                           | 0·000 104              | Add.                           | 0·000 116              |
| $\log A,$                      | 7 <sub>n</sub> 455 611 | $\log A_m$                     | 7 <sub>n</sub> 785 872 |
| $\sin (G, + L_m)$              | 9·323 736              | $\sin (G_m + L_n)$             | 9·296 236              |
| $f, R_n$                       | 8·352 193              | $f_m R_n$                      | 8·639 586              |
| $\log B,$                      | 7 <sub>n</sub> 675 929 | $\log B_m$                     | 7 <sub>n</sub> 935 822 |
| $\sin (G, + L_m)$              | 9·622 650              | $\sin (G_m + L_m)$             | 9·610 015              |
| $f, R_m$                       | 8·350 613              | $f_m R_m$                      | 8·638 006              |
| $\log C,$                      | 7·973 263              | $\log C_m$                     | 8·248 021.             |

Die Rechnung nach Anhang III. 5) gestaltet sich, wie folgt:

|                             |                        |                                |                        |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| $t_m - t_n$                 | 12·857 720             | $\log \tau,$                   | 9·344 745              |
| $t_m - t,$                  | 32·798 724             | $\log \tau_n$                  | 9·751 438              |
| $t_n - t,$                  | 19·941 004             | $\log \tau_m$                  | 9·535 328              |
| $\log (t_m - t_n)$          | 1·109 164              | $\log \tau^2,$                 | 8·689 490              |
| $\log (t_m - t)$            | 1·515 857              | $\log \tau_n^2$                | 9·502 876              |
| $\log (t_n - t)$            | 1·299 747              | $\log \tau_m^2$                | 9·070 656              |
| Subt.                       | 9·927 535              | $\log \mu'''$                  | 8 <sub>n</sub> 962 193 |
| $\tau_n^2 - \tau^2$         | 9·430 411              | $\log \mu_m'$                  | 8·962 193              |
| $\log \mu''$                | 9 <sub>n</sub> 555 350 | Subt.                          | 9·799 588              |
| Subt.                       | 0·147 764              | $\tau_n^2 - \tau_m^2$          | 9·302 464              |
| $\tau_m^2 - \tau^2$         | 8·837 254              | $\log \mu_m''$                 | 9 <sub>n</sub> 427 403 |
| $\log (A, : K)$             | 0·984 305              | $\tau, : \tau_m$               | 9·809 417              |
| $\tau_n : \tau,$            | 0·406 693              | $A_m : K$                      | 1·314 566              |
| $B, : K$                    | 1·204 623              | $4 \tau^2$                     | 9·291 550              |
| $- 4 \tau, \tau_m$          | 9 <sub>n</sub> 482 133 | $\tau_n : \tau_m$              | 0·216 110              |
| $\tau_m : \tau,$            | 0·190 583              | $B_m : K$                      | 1·464 516              |
| $C, : K$                    | 1 <sub>n</sub> 501 957 | $4 \tau, \tau_m$               | 9·482 133              |
| $- 4 \tau_m^2$              | 9 <sub>n</sub> 672 716 | $\log (C_m : K)$               | 1 <sub>n</sub> 776 715 |
| $\log (B, \tau_n : K \tau)$ | 1·611 316              | $\log (A_m \tau, : K \tau_m)$  | 1·123 983              |
| $\log (C, \tau_m : K \tau)$ | 1 <sub>n</sub> 692 540 | $\log (B_m \tau_n : K \tau_m)$ | 1·680 626              |
| $A, : K$                    | + 9·6451··             | $A_m \tau, : K \tau_m$         | + 13·3040··            |
| $B, \tau_n : K \tau,$       | + 40·8616··            | $B_m \tau_n : K \tau_m$        | + 47·9320··            |
| $C, \tau_m : K \tau,$       | - 49·2652··            | $C_m : K$                      | - 59·8019··            |
| $\{I\}, + N,$               | + 1·2415··             | $\{I\}_m + N_m$                | + 1·4341··             |
| $\{I\},$                    | + 2·240 145            | $\{I\}_m$                      | + 2·301 072            |

|                              |                        |                               |                        |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| $B, \tau, \mu, '' : K\tau,$  | 1 <sub>n</sub> 166 666 | $A_m \tau, \mu_m' : K\tau_m$  | 0.086 176              |
| $C, \tau_m \mu, '' : K\tau,$ | 0.654 733              | $B_m \tau, \mu_m'' : K\tau_m$ | 1 <sub>n</sub> 108 029 |
| Subt.                        | 9.840 322              | Subt.                         | 9.956 604              |
| log II,                      | 1 <sub>n</sub> 006 988 | log II <sub>m</sub>           | 1 <sub>n</sub> 064 633 |
| — 4 $B, \tau, \tau_m : K$    | 0 <sub>n</sub> 686 756 | 4 $A_m \tau, \tau^2 : K$      | 0.606 116              |
| — 4 $C, \tau_m^2 : K$        | 1.174 673              | 4 $B_m \tau, \tau_m : K$      | 0.946 649              |
| Subt.                        | 9.829 207              | Add.                          | 0.163 319              |
| log III,                     | 1.003 880              | log III <sub>m</sub>          | 1.109 968.             |

Nunmehr kann an die Auflösung der Gleichung 6) geschritten werden; um einen Näherungswerth für  $x$  zu erhalten, ist die Tafel XIIIc) zu benützen; die hierzu erforderlichen Argumente sind nach den vorstehenden Zahlen:

$$\begin{aligned} \psi, &= 172^\circ & \psi_m &= 150^\circ \\ \log [(I, + N) : R] &= 0.090 & \log [(I_m + N_m) : R_m] &= 0.157; \end{aligned}$$

damit finden sich aus der Tafel XIIIc) die beiden Werthe:

$$8.136 \quad 8.052$$

also im Mittel:

$$\begin{aligned} \log M &= 8.094 \\ \log R_m^3 &= 0.005 \\ \log x &= 8.089, \end{aligned}$$

mit welchem Werthe von  $x$  der erste Versuch begonnen wird. Nach Anhang III. 6), 7), 8) und 9) wird nun die Rechnung in folgender Weise geführt:

| Versuch            | 1.          | 2.          | 3.          |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| $\log x_a$         | 8.089 000   | 8.086 645   | 8.086 643   |
| $II, x_a$          | — 0.124 735 | — 0.121 353 | — 0.121 336 |
| $II_m x_a$         | — 0.142 440 | — 0.138 214 | — 0.138 192 |
| $\log (q, - N)$    | 0.325 395   | 0.326 088   | 0.326 092   |
| $\log (q_m - N_m)$ | 0.334 178   | 0.335 028   | 0.335 032   |
| $\lg \theta,$      | 1.177 798   | 1.178 491   | 1.178 495   |
| $\lg \theta_m$     | 0.636 856   | 0.637 706   | 0.637 710   |
| $\sin \theta,$     | 9.999 045   | 9.999 047   | 9.999 047   |
| $\sin \theta_m$    | 9.988 735   | 9.988 778   | 9.988 778   |
| $r,$               | 0.326 350   | 0.327 041   | 0.327 045   |
| $r_m$              | 0.345 443   | 0.346 250   | 0.346 254   |
| Add.               | 0.291 588   | 0.291 532   | 0.291 532   |
| Subt.              | 8.65267     | 8.65536     | ...         |
| $(r, + r_m)_e$     | 0.637 031   | 0.637 782   | 0.637 786   |
| $\log x_e$         | 8.088 907   | 8.086 654   | 8.086 642   |
| $A,$               | — 0.000 093 | + 0.000 009 | — 0.000 001 |
| $r_m - r,$         | 8.97902     | 8.98240     |             |
| $\log y_e$         | 8.34199     | 8.34462     |             |
| $y_e + 0.021 978$  |             | + 0.022 112 |             |

Anhang III. 6) und 7)

|                |                                             |             |              |
|----------------|---------------------------------------------|-------------|--------------|
| Anhang III. 8, | $\log(r, + r_m)_e^{-4}$                     | 7.45188     | 7.4489       |
|                | $y_e - y_a$                                 | + 0.021 978 | + 0.000 134  |
|                | $\log(y_e - y_a)$                           | 8.34199     | 6.1271       |
|                | $\sin \theta, III,$                         | 1.00292     |              |
|                | $\sin \theta_m, III_m,$                     | 1.09870     |              |
|                | Add.                                        | 0.25577     |              |
|                | $\sin \theta, III, + \sin \theta_m, III_m,$ | 1.35447     | 1.3545       |
|                | $-\frac{3}{(r, + r_m)_e^4} (y_e - y_a)$     | 5.90878     | 3.6909       |
|                | $\Delta_2$                                  | - 0.001 833 | - 0.000 011  |
|                | $\Delta, + \Delta_2$                        | - 0.001 926 | - 0.000 002  |
| Anhang III. 9) | $\sin \theta, II,$                          | 1.00603     |              |
|                | $\sin \theta_m, II_m,$                      | 1.05337     |              |
|                | Add.                                        | 0.27800     |              |
|                | $3 : (r, + r_m)_e^4$                        | 7.92900     |              |
|                | Nenn. — 1                                   | 9.26037     |              |
|                | Nenn.                                       | 9.91269     | 9.913        |
|                | $\log(\Delta_1 + \Delta_2)$                 | 7.28466     | 4.301        |
|                | $\log x'_a - \log x_a$                      | - 0.002 355 | - 0.000.002. |
|                |                                             |             |              |

Wie man sieht, ist das Resultat des zweiten Versuches ausreichend genau und es können bei den geringen Änderungen, welche die Werthe  $\sin \theta$ , und  $\sin \theta_m$  erfahren, die Factoren  $(\sin \theta, III, + \sin \theta_m, III_m)$  und  $(\sin \theta, II, + \sin \theta_m, II_m)$  des ersten Versuches im zweiten Versuch unverändert beibehalten werden.

Nach Anhang III. 10) findet man die geocentrischen Distanzen:

|       |           |            |            |
|-------|-----------|------------|------------|
| $q,$  | 1.120 164 | $\log q,$  | 0.049 282  |
| $q_m$ | 1.295 908 | $\log q_m$ | 0.112 574; |

nach Anhang III. 11):

|                                      |           |                                          |           |
|--------------------------------------|-----------|------------------------------------------|-----------|
| $q, \cos \beta, \cos(\lambda, - L,)$ | 0.045 027 | $q_m \cos \beta_m \cos(\lambda_m - L_m)$ | 0.050 634 |
| — $R,$                               | 0.003 666 | — $R_m$                                  | 9.999 945 |
| Add.                                 | 0.280 842 | Add.                                     | 0.276 424 |
| $r, \cos b, \sin(l, - L,)$           | 9.193 213 | $r_m \cos b_m \sin(l_m - L_m)$           | 9.806 128 |
|                                      | 9.998 824 |                                          | 9.981 125 |
| $r, \cos b, \cos(l, - L,)$           | 0.325 869 | $r_m \cos b_m \cos(l_m - L_m)$           | 0.327 058 |
| $l, - L, 184^\circ 12' 50'' 0$       |           | $l_m - L_m 163^\circ 13' 47'' 5$         |           |
| $l, 344 9 18.4$                      |           | $l_m 355 13 16.0$                        |           |
| $q, \sin \beta,$                     | 5.347 641 | $q_m \sin \beta_m$                       | 8.930 888 |
| $R, B, \text{arc } 1''$              | 5.374 1.. | —                                        | —         |
| Subt.                                | 8.798 1.. | —                                        | —         |
| $r, \sin b,$                         | 4.145 7.. | $r_m \sin b_m$                           | 8.930 888 |
| $\cos b,$                            | 0.000 000 | $\cos b_m$                               | 9.999 679 |

|                        |           |                         |            |
|------------------------|-----------|-------------------------|------------|
| $r, \cos b,$           | 0.327 045 | $r_m \cos b_m$          | 0.345 933  |
| $\operatorname{tg} b,$ | 3.818 7.. | $\operatorname{tg} b_m$ | 8.584 955  |
| $r,$                   | 0.327 045 | $r_m$                   | 0.346 254, |

nach Anhang III. 12):

|                                                               |             |                                         |               |
|---------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------|
| $l_m - l,$                                                    | 11° 3' 57"6 | $\operatorname{tg} i \sin(l, - \Omega)$ | 3.818 7       |
| $\sin(l_m - l),$                                              | 9.283 164   |                                         | 0.000 000     |
| $\cos(l_m - l),$                                              | 9.991 849   | $\operatorname{tg} i \cos(l, - \Omega)$ | 9.301 798     |
| $\operatorname{tg} b, \cos(l_m - l),$                         | 3.810 5..   | $l, - \Omega$                           | 179° 59' 59"3 |
| $\operatorname{tg} b_m$                                       | 8.584 955   | $\Omega$                                | 164 9 19.1    |
| Add.                                                          | 0.000 007   | $\operatorname{tg} i$                   | 9.301 798     |
| $\operatorname{tg} b_m - \operatorname{tg} b, \cos(l_m - l),$ | 8.584 962   | $i$                                     | 11° 19' 46"0, |

nach Anhang III. 13):

|                                 |               |                                   |                |
|---------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------|
| $l, - \Omega$                   | 179° 59' 59"3 | $l_m - \Omega$                    | 191° 3' 56"9   |
| $\operatorname{tg}(l - \Omega)$ | 4.530 7       | $\operatorname{tg}(l_m - \Omega)$ | 9.291 308      |
| $u, 179° 59' 59"3$              |               | $u_m$                             | 191° 16' 48"5. |

Die für Aberration corrigirten Zeiten ergeben sich nach Anhang III. 14):

$$\begin{aligned} T, &= \text{Sept. } 1.627\ 330 - 0.006\ 466 = \text{Sept. } 1.620\ 864 \\ T_m &= \text{Sept. } 21.568\ 334 - 0.007\ 082 = \text{Sept. } 21.561\ 252 \\ T_m &= \text{Sept. } 34.426\ 054 - 0.007\ 480 = \text{Sept. } 34.417\ 574, \end{aligned}$$

welche Zeitangaben der weiteren Rechnung zu Grunde zu legen sind. Diese Rechnung gestaltet sich nach Anhang III. 15) mit Rücksicht auf den Umstand, dass  $\xi_n$  der Null gleich gesetzt werden kann, wie folgt:

|                                          |              |                                                          |             |
|------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|-------------|
| $T_m - T,$                               | 32.797 710   | $2\omega_n$                                              | 0° 38' 0"8  |
| $\log(T_m - T),$                         | 1.515 843    | $\sin \frac{1}{2} f_n^2$                                 | 7.383 928   |
| $\log \tau'$                             | 9.751 424    | $\operatorname{tg} 2\omega_n^2$                          | 6.087 360   |
| $u_m - u,$                               | 11° 16' 49"2 | Add.                                                     | 0.021 403   |
| $f_n$                                    | 5 38 24.6    | $\sin \frac{1}{2} f_n^2 + \operatorname{tg} 2\omega_n^2$ | 7.405 331   |
| $\frac{1}{2} f_n$                        | 2 49 12.3    | $\cos f_n$                                               | 9.997 892   |
| $r_m: r,$                                | 0.019 209    | $l_n$                                                    | 7.407 439   |
| $\operatorname{tg}(45^\circ + \omega_n)$ | 0.004 802,2  | Add.                                                     | 0.001 330   |
| $\omega_n$                               | 0° 19' 0"4   | $\log(\frac{1}{2} + l_n)$                                | 9.922 149   |
| $2 \cos f_n$                             | 0.298 922    | $h_n +$                                                  | 0.004 720   |
| $\sqrt{r, r_m}$                          | 0.336 649    | $\eta_n^2$                                               | 0.004 517   |
| $N$                                      | 0.635 571    | $m_n: \eta_n^2$                                          | 7.591 618   |
| $N^3$                                    | 1.906 713    | Subt.                                                    | 9.722 794   |
| $\tau''^2$                               | 9.502 848    | $\sin \frac{1}{2} g_n^2$                                 | 7.130 233   |
| $m_n$                                    | 7.596 135    | $\sin \frac{1}{2} g_n$                                   | 8.565 116   |
| $\log h_n$                               | 7.673 986    | $\frac{1}{2} g_n$                                        | 2° 6' 19"5. |

Anhang III. 16):

|                                                                 |                        |                                                                 |                         |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| $\frac{1}{2}(f'' + g'')$                                        | $4^{\circ} 55' 31'' 8$ | $\sin \frac{1}{2}(F'' + G'') \sin \frac{1}{2} \varphi \gamma^2$ | $8.043\ 646$            |
| $\frac{1}{2}(f'' - g'')$                                        | $0\ 42\ 52.8$          |                                                                 | $9.874\ 086$            |
| $\cos \frac{1}{2}(f'' + g'')$                                   | $9.998\ 394$           | $\cos \frac{1}{2}(F'' + G'') \sin \frac{1}{2} \varphi \gamma^2$ | $8.095\ 996$            |
| $\operatorname{tg} 2\omega''$                                   | $8.043\ 680$           | $\frac{1}{2}(F'' + G'')$                                        | $41^{\circ} 33' 18'' 4$ |
| $\cos \frac{1}{2}(f'' - g'')$                                   | $9.999\ 966$           | $\sin \frac{1}{2} \varphi \gamma^2$                             | $8.221\ 910$            |
| $\sin \frac{1}{2}(f'' + g'')$                                   | $8.933\ 793$           | $\frac{1}{2} \varphi$                                           | $10^{\circ} 53' 56'' 2$ |
| $\sec 2\omega''$                                                | $0.000\ 027$           | $\varphi$                                                       | $21\ 47\ 52.4$          |
| $\sin \frac{1}{2}(f'' - g'')$                                   | $8.095\ 969$           | $\gamma^2$                                                      | $8.945\ 270$            |
| $\sin \frac{1}{2}(F'' - G'') \cos \frac{1}{2} \varphi \gamma^2$ | $8.042\ 074$           | $\sqrt{2m'' \cos f''} \cdot \eta''$                             | $8.945\ 270$            |
|                                                                 | $9.996\ 455$           | $F''$                                                           | $48^{\circ} 52' 0'' 0$  |
| $\cos \frac{1}{2}(F'' - G'') \cos \frac{1}{2} \varphi \gamma^2$ | $8.933\ 820$           | $f''$                                                           | $5\ 38\ 24.6$           |
| $\frac{1}{2}(F'' - G'')$                                        | $7^{\circ} 18' 41'' 6$ | $G''$                                                           | $34\ 14\ 36.8$          |
| $\cos \frac{1}{2} \varphi \gamma^2$                             | $8.937\ 365$           | $g''$                                                           | $4\ 12\ 39.0$           |
| $E,$                                                            | $30^{\circ} 1' 57'' 8$ | $v,$                                                            | $43^{\circ} 13' 35'' 4$ |
| $E''$                                                           | $38\ 27\ 15.8$         | $v''$                                                           | $54\ 30\ 24.6.$         |

Anhang III. 17):

|                  |                         |                            |               |
|------------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| $\sin \varphi$   | $9.569\ 764$            | $\eta''$                   | $0.002\ 258$  |
| $\log e''$       | $4.884\ 189$            | $r, r''$                   | $0.673\ 299$  |
| $\sin E,$        | $9.699\ 399$            | $\sin 2f''$                | $9.291\ 390$  |
| $\sin E''$       | $9.793\ 715$            | $\eta'', r, r'' \sin 2f''$ | $9.966\ 947$  |
| $e'' \sin E,$    | $10^{\circ} 38' 54'' 4$ | $\sqrt{p}$                 | $0.215\ 523$  |
| $e'' \sin E''$   | $13\ 13\ 52.6$          | $p$                        | $0.431\ 046$  |
| $M,$             | $19\ 23\ 3.4$           | $\cos \varphi^2$           | $9.935\ 564$  |
| $M''$            | $25\ 13\ 23.2$          | $a$                        | $0.495\ 482$  |
| $\log (M'' - M)$ | $4.322\ 629$            | $\sqrt{a}$                 | $0.247\ 741$  |
| $\log \mu$       | $2.806\ 786$            | $a^{3/2}$                  | $0.743\ 223$  |
|                  |                         | $\log \mu$                 | $2.806\ 784.$ |

Es wurde im Mittel aus den beiden Werthen von  $\log \mu$  angenommen:

$$\log \mu = 2.806\ 785, \quad \mu = 640'' 893, \quad \log a = 0.495\ 481.$$

Anhang III. 18):

$$u, - v, = u'' - v'' = 136^{\circ} 46' 23'' 9$$

$$\pi = 300\ 55' 43'' 0.$$

Reducirt man die erste mittlere Anomalie auf die nächstfolgende Berliner Mitternacht ( $dM = -1' 17'' 5$ ), so ergeben sich aus den vorstehenden Zahlen die Bahnelemente zusammengestellt, wie folgt:

(217) Eudora.

Epoche 1880 Sept. 1.5 mittl. Berl. Zeit

$$M = 19^{\circ} 21' 45'' 9$$

$$\pi = 300 \ 55 \ 43.0$$

$$\Omega = 164 \ 9 \ 19.1$$

$$i = 11 \ 19 \ 46.0$$

$$\varphi = 21 \ 47 \ 52.4$$

$$\mu = 640'' 893$$

$$\log a = 0.495 \ 481.$$

} mittl. Äquinoc.  
1880.0

Rechnet man, die Zeitangabe  $T$ , benützend, nach Anhang III. 19) aus diesen Elementen die Darstellung des mittleren Ortes, so gestaltet sich diese in folgender Weise:

|                                                                 |                           |                                       |                            |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| $M$                                                             | $22^{\circ} 56' \ 3'' 0$  | $\cos(L - \Omega)$                    | $9.984 \ 528$              |
| $E$                                                             | $35 \ 11 \ 50.9$          | $\sin(L - \Omega)$                    | $9.418 \ 707$              |
| $\sin E$                                                        | $9.760 \ 721$             | $r \cos u$                            | $0.335 \ 210$              |
| $\cos E$                                                        | $9.912 \ 313$             | $R \cos(L - \Omega)$                  | $9.986 \ 053$              |
| Subt.                                                           | $0.079 \ 413$             | Subt.                                 | $0.091 \ 449$              |
| $\cos E - e$                                                    | $9.649 \ 177$             | $r \sin u \cos i$                     | $9.414 \ 371$              |
| $a \cos \varphi$                                                | $0.463 \ 263$             | $R \sin(L - \Omega)$                  | $9.420 \ 232$              |
| $r \sin v$                                                      | $0.223 \ 984$             | Subtr.                                | $8.133 \ 143$              |
|                                                                 | $9.885 \ 546$             | $q \cos \beta \sin(\lambda - \Omega)$ | $7.547 \ 514$              |
| $r \cos v$                                                      | $0.144 \ 658$             |                                       | $9.999 \ 998$              |
| $v$                                                             | $50^{\circ} 12' \ 13'' 7$ | $q \cos \beta \cos(\lambda - \Omega)$ | $0.077 \ 502$              |
| $u$                                                             | $186 \ 58 \ 37.6$         | $q \sin \beta$                        | $8.716 \ 169$              |
| $\cos u$                                                        | $9.996 \ 772$             |                                       | $9.999 \ 589$              |
| $r$                                                             | $0.338 \ 438$             | $q \cos \beta$                        | $0.077 \ 504$              |
| $\sin u$                                                        | $9.084 \ 479$             | $\lambda - \Omega$                    | $179^{\circ} 49' \ 51'' 3$ |
| $r \sin u$                                                      | $9.422 \ 917$             | $\lambda$                             | $343 \ 59 \ 10.4$          |
| $L - \Omega$                                                    | $15^{\circ} 12' \ 11'' 9$ | $\beta -$                             | $2 \ 29 \ 30.5$            |
| $d\lambda \cos \beta = + 0'' 8 \quad , \quad d\beta = - 0'' 1.$ |                           |                                       |                            |

Wie man sieht, ist die Darstellung des mittleren Ortes eine völlig befriedigende und liegt innerhalb der Grenzen der Unsicherheit der sechsstelligen Rechnung; auch an diesem Beispiele bewährt sich die hohe Convergenz, welche der hier befolgten Methode zukommt. Diese würde in der Anwendung auf kleine Planeten übrigens selbst bei Zwischenzeiten von 50 Tagen und darüber noch eine befriedigende Darstellung des mittleren Ortes liefern, so dass man sich bei der ersten Bahnbestimmung wohl stets auf die Durchrechnung der ersten Hypothese beschränken darf.

Um nun auch ein Beispiel für die Berechnung einer Planetenephemeride in das vorliegende Werk aufzunehmen, sollen die vorstehenden Elemente zu einer solchen verwendet werden, da diese überdies eine sehr verlässliche Controle für alle vorstehenden Rechnungen abgeben wird.



Zur Berechnung einer Planetenephemeride genügt es, das Zeitintervall mit vier Tagen anzunehmen, wenn man die Rechnung sechsstellig führen will; rechnet man aber siebenstellig, so dürfte die Herabminderung des Intervalles auf zwei Tage zu empfehlen sein, da die kleinen, rasch veränderlichen Mondglieder in den Sonnencoordinaten die Differenzen in den geocentrischen Coordinaten unregelmässiger gestalten, als dies auf Grund der siebenstelligen Rechnung der Fall sein darf; in dem vorliegenden Beispiele wurde ein Zeitintervall von vier Tagen angenommen und die Rechnung sechsstellig durchgeführt.

Zunächst wurden nach 14) (pag. 18) die zur Berechnung der Ephemeride nöthigen Constanten ( $\varepsilon = 23^{\circ} 27' 17''5$ ) ermittelt und dafür erhalten:

$$\begin{aligned} x &= r \cdot \frac{9.999\ 374}{1} \sin(v + 31^{\circ} 13' 20''1) \\ y &= r \cdot \frac{9.989\ 536}{1} \sin(v + 301^{\circ} 54' 21''9) \\ z &= r \cdot \frac{9.349\ 147}{1} \sin(v + 287^{\circ} 40' 13''1); \end{aligned}$$

die Rechnung der Ephemeride ( $X, Y, Z, G, g$  und  $f$  nach dem Berliner Jahrbuche) findet sich auf pag. 392.

Interpolirt man aus dieser Ephemeride mit Rücksicht auf vierte Differenzen die für die Beobachtungszeiten, nachdem dieselben um die aus der Ephemeride resultirenden Aberrationszeiten corrigirt worden sind, geltenden scheinbaren Rectascensionen und Declinationen, so erhält man:

|    | log $\varrho$ | Aberrzt        | geoc. app. $\alpha$ | geoc. app. $\delta$      | Wirkung der Parallaxe |             |
|----|---------------|----------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|-------------|
|    |               |                |                     |                          | in $\alpha$           | in $\delta$ |
| 1. | 0.0493        | — $9^m 18^s 6$ | $23^h 15^m 45^s 09$ | — $4^{\circ} 45' 31'' 8$ | — $0^s 20$            | — $5'' 8$   |
| 2. | 0.0781        | — $9\ 56.9$    | $23\ 4\ 57.40$      | — $8\ 35\ 36.2$          | — $0.19$              | — $5.7$     |
| 3. | 0.1127        | — $10\ 46.4$   | $23\ 0\ 46.23$      | — $10\ 24\ 54.0$         | + $0.03$              | — $5.5,$    |

und die Darstellung der Beobachtungen wird im Sinne: Beobachtung-Rechnung:

|    | $d\alpha$  | $d\delta$ |
|----|------------|-----------|
| 1. | + $0^s 02$ | $0'' 0$   |
| 2. | — $0.03$   | $0.0$     |
| 3. | + $0.08$   | + $0.4,$  |

welche Fehler die Unsicherheit der sechsstelligen Rechnung nicht überschreiten. Die Methode hat demnach Alles geleistet, was von derselben verlangt werden kann, nämlich die Darstellung der zu Grunde gelegten Beobachtungen; vergleicht man aber mit der oben gegebenen Ephemeride die anderweitigen Beobachtungen, so wird man finden, dass dieselben nicht befriedigend dargestellt werden; man kann daraus schliessen, dass mindestens eine der Beobachtungen mit einem grösseren Beobachtungsfehler behaftet ist, der durch die ungünstigen Verhältnisse, welche in dem vorliegenden Falle für eine Bahnbestimmung aus drei Orten statthaben, wesentlich vergrössert auf die Elemente übergeht. Es ist natürlich hier, wo es sich nur um die Beistellung eines Beispielles handelt, nicht der Ort nach der Quelle dieser Abweichungen zu forschen.

| datum              | Sept. 1-5   | Sept. 5-5   | Sept. 9-5   | Sept. 13-5  | Sept. 17-5  | Sept. 21-5  | Sept. 25-5  | Sept. 29-5  | Oct. 3-5    | Oct. 7-5    |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| $N$                | 19°21'45"9  | 20°4'29"5   | 20°47'13"0  | 21°29'56"6  | 22°12'40"2  | 22°55'23"8  | 23°38'7"3   | 24°20'50"9  | 25°3'34"5   | 25°46'18"0  |
| $E$                | 30 0 3-5    | 31 2 52-8   | 32 5 22-6   | 33 7 33-2   | 34 9 23-9   | 35 10 54-6  | 36 12 5-1   | 37 12 55-3  | 38 13 24-9  | 39 13 34-0  |
| $\sin E$           | 9-698 983   | 9-712 444   | 9-725 295   | 9-737 575   | 9-749 317   | 9-760 553   | 9-771 312   | 9-781 621   | 9-791 502   | 9-800 979   |
| $\cos E$           | 9-932 526   | 9-922 847   | 9-927 996   | 9-922 971   | 9-917 771   | 9-912 396   | 9-906 844   | 9-901 114   | 9-895 203   | 9-889 100   |
| Subt.              | 0-124 563   | 0-116 339   | 0-107 739   | 0-098 752   | 0-089 365   | 0-079 565   | 0-069 335   | 0-058 660   | 0-047 519   | 0-035 888   |
| $\cos E - e$       | 9-694 347   | 9-686 103   | 9-677 503   | 9-668 516   | 9-659 129   | 9-649 329   | 9-639 099   | 9-628 424   | 9-617 283   | 9-605 652   |
| $r \sin v$         | 0-162 246   | 0-175 707   | 0-188 558   | 0-200 838   | 0-212 580   | 0-223 816   | 0-234 575   | 0-244 884   | 0-254 765   | 0-264 242   |
| $r \cos v$         | 9-862 828   | 9-852 404   | 9-837 132   | 9-867 125   | 9-876 541   | 9-885 414   | 9-893 777   | 9-901 656   | 9-909 079   | 9-916 072   |
| $v$                | 0-189 808   | 0-181 584   | 0-172 984   | 0-163 927   | 0-154 610   | 0-144 810   | 0-134 580   | 0-123 905   | 0-112 764   | 0-101 133   |
| $\Delta b$         | 43°10'59"3  | 44°36'44"5  | 46°1'37"6   | 47°25'38"1  | 48°48'45"5  | 50°10'59"1  | 51°32'18"8  | 52°52'44"5  | 54°12'15"9  | 55°30'54"0  |
| $\Delta b$         | 1 25 45-2   | 1 24 53-1   | 1 24 0-5    | 1 23 7-4    | 1 22 13-6   | 1 21 19-7   | 1 20 25-7   | 1 19 31-4   | 1 18 38-1   |             |
| $\log r$           | 0-326 980   | 0-329 180   | 0-331 426   | 0-333 713   | 0-336 039   | 0-338 402   | 0-340 798   | 0-343 228   | 0-345 686   | 0-348 170   |
| $\Delta \log r$    | + 2 200     | + 2 246     | + 2 287     | + 2 326     | + 2 363     | + 2 396     | + 2 430     | + 2 458     | + 2 484     |             |
| $A' + v$           | 74°24'19"4  | 75°50'4"6   | 77°14'57"7  | 78°38'58"2  | 80°2'5"6    | 81°24'19"2  | 82°45'38"9  | 84°6'4"6    | 85°25'36"0  | 86°44'14"1  |
| $\sin(A' + v)$     | 9-983 711   | 9-986 590   | 9-991 156   | 9-991 421   | 9-993 398   | 9-995 096   | 9-996 525   | 9-997 694   | 9-998 615   | 9-999 299   |
| $r \sin a$         | 0-326 354   | 0-328 554   | 0-330 800   | 0-333 087   | 0-335 413   | 0-337 776   | 0-340 172   | 0-342 602   | 0-345 060   | 0-347 544   |
| $x$                | + 2-042 043 | + 2-066 067 | + 2-089 086 | + 2-111 095 | + 2-132 115 | + 2-152 148 | + 2-171 185 | + 2-189 255 | + 2-206 353 | + 2-222 485 |
| $x$                | -0-946 556  | -0-966 973  | -0-982 889  | -0-994 228  | -1-000 945  | -1-003 008  | -1-000 386  | -0-993 059  | -0-981 027  | -0-964 323  |
| $B' + v$           | 345°5'21"2  | 346°31'6"4  | 347°55'59"5 | 349°20'0"0  | 350°43'7"4  | 352°5'21"0  | 353°26'40"7 | 354°47'6"4  | 356°6'37"8  | 357°25'15"9 |
| $\sin(B' + v)$     | 9-410 465   | 9-467 603   | 9-520 254   | 9-567 395   | 9-618 719   | 9-671 719   | 9-720 526   | 9-765 523   | 9-811 437   | 9-853 168   |
| $r \sin b$         | 0-316 516   | 0-318 716   | 0-320 962   | 0-323 249   | 0-325 575   | 0-327 938   | 0-330 334   | 0-332 764   | 0-335 222   | 0-337 706   |
| $y$                | -0-533 311  | -0-485 646  | -0-437 740  | -0-389 642  | -0-341 312  | -0-292 858  | -0-244 264  | -0-195 563  | -0-146 777  | -0-097 921  |
| $y$                | +0-319 212  | +0-259 443  | +0-198 472  | +0-136 598  | +0-074 112  | +0-011 286  | -0-051 606  | -0-114 276  | -0-176 422  | -0-237 729  |
| $C' + v$           | 330°51'12"4 | 332°16'57"6 | 333°41'50"7 | 335°5'51"2  | 336°28'58"6 | 337°51'12"2 | 339°12'31"9 | 340°32'57"6 | 341°52'29"0 | 343°11'7"1  |
| $\sin(C' + v)$     | 9-687 569   | 9-667 556   | 9-646 513   | 9-624 359   | 9-600 997   | 9-576 316   | 9-550 182   | 9-522 438   | 9-492 894   | 9-461 314   |
| $r \sin c$         | 9-676 127   | 9-678 327   | 9-680 573   | 9-682 860   | 9-683 186   | 9-687 549   | 9-689 945   | 9-692 375   | 9-694 833   | 9-697 317   |
| $z$                | -0-231 045  | -0-221 760  | -0-212 366  | -0-202 870  | -0-193 278  | -0-183 597  | -0-173 831  | -0-163 988  | -0-154 073  | -0-144 083  |
| $z$                | +0-138 498  | +0-112 564  | +0-086 112  | +0-059 269  | +0-032 160  | +0-004 901  | -0-022 388  | -0-049 581  | -0-076 546  | -0-103 144  |
| $\log(y + z)$      | 9-930 615   | 9-954 499   | 9-978 884   | 9-998 163   | 9-998 846   | 9-998 589   | 9-998 101   | 9-991 136   | 9-985 470   | 9-978 887   |
| $\log(x + z)$      | 9-991 860   | 9-990 992   | 9-990 071   | 9-989 131   | 9-988 210   | 9-987 339   | 9-986 558   | 9-985 899   | 9-985 395   | 9-985 071   |
| $\log(z + z)$      | 0-039 607   | 0-041 035   | 0-043 833   | 0-048 001   | 0-053 528   | 0-060 373   | 0-068 483   | 0-077 803   | 0-088 251   | 0-099 737   |
| $\log(z + z)$      | 8-966 362   | 9-903 207   | 9-901 245   | 9-157 157   | 9-207 144   | 9-252 115   | 9-292 741   | 9-329 538   | 9-362 895   | 9-393 106   |
| $\rho \cos d$      | 9-998 512   | 9-997 953   | 9-997 315   | 9-996 612   | 9-995 867   | 9-995 102   | 9-994 342   | 9-993 609   | 9-992 925   | 9-992 310   |
| $\alpha$           | 0-047 747   | 0-050 043   | 0-053 762   | 0-058 870   | 0-065 318   | 0-073 034   | 0-081 925   | 0-091 904   | 0-102 856   | 0-114 666   |
| Red.               | 348°56'29"9 | 348°22'13"5 | 347°47'42"4 | 347°14'6"6  | 346°42'33"1 | 346°13'55"8 | 345°49'4"3  | 345°28'42"2 | 345°13'25"9 | 345°3'45"5  |
| $\alpha'$          | + 47-7      | + 48-2      | + 48-7      | + 49-1      | + 49-6      | + 50-0      | + 50-5      | + 50-9      | + 51-3      | + 51-7      |
| app. $\alpha'$     | 348 57 17-6 | 348 23 1-7  | 347 48 31-1 | 347 14 55-7 | 346 43 22-7 | 346 14 45-8 | 345 49 54-8 | 345 29 33-1 | 345 14 17-2 | 345 3 37-2  |
| $d$                | 23°15'49"17 | 23°13'32"11 | 23°11'14"07 | 23°8'59"71  | 23°6'53"51  | 23°4'59"05  | 23°3'19"65  | 23°1'58"21  | 23°0'57"15  | 23°0'18"48  |
| Red.               | -4°44'22"7  | -5°33'28"9  | -6°21'54"8  | -7°8'50"7   | -7°53'31"4  | -8°35'19"7  | -9°13'44"8  | -9°48'21"2  | -10°18'51"0 | -10°45'1"4  |
| app. $d$           | + 20-0      | + 20-1      | + 20-2      | + 20-3      | + 20-4      | + 20-5      | + 20-6      | + 20-8      | + 20-9      | + 21-0      |
| $\log \rho$        | 0-049 235   | 0-052 090   | 0-056 447   | 0-062 258   | 0-066 451   | 0-077 932   | 0-087 583   | 0-098 295   | 0-109 931   | 0-122 356   |
| Aberr. Zl.         | 9"18"5      | 9"22"2      | 9"27"9      | 9"35"5      | 9"45"1      | 9"56"7      | 10"10"1     | 10"25"3     | 10"42"3     | 11"00"9     |
| $G$                | 357°15'     |             |             | 357°18'     |             |             | 357°35'     |             | 358°5'      |             |
| $G + \alpha$       | 346 11      |             |             | 344 32      |             |             | 343 24      |             | 343 9       |             |
| $\cos(G + \alpha)$ | 9-98722     |             |             | 9-9840      |             |             | 9-9815      |             | 9-9810      |             |
| $g$                | 1-3138      |             |             | 1-3339      |             |             | 1-3332      |             | 1-3422      |             |
| $\sin(G + \alpha)$ | 9-93781     |             |             | 9-94200     |             |             | 9-94559     |             | 9-94622     |             |
| $\lg d$            | 8-9186      |             |             | 9-90983     |             |             | 9-92108     |             | 9-92784     |             |
| $\Delta \alpha$    | +0"41       |             |             | +0"70       |             |             | +1"00       |             | +1"21       |             |
| $f$                | +47-33      |             |             | +48-43      |             |             | +49-49      |             | +50-54      |             |

Um nun ein Beispiel für jene Methode zu geben, welche man befolgen kann, wenn die aus der ersten Hypothese erhaltenen Werthe sich nicht als genügend genau erweisen und die Bildung weiterer Hypothesen zur befriedigenden Darstellung nöthig wird, soll das von Gauss in der *Theoria motus* (pag. 183 u. ff.) durchgeführte Ceres-Beispiel vorgenommen werden; es wird sich an diesem die ausserordentliche Convergenz der hier in Vorschlag gebrachten Methode bewähren. Die Grundlagen der Rechnung sind:

| mittl. Pariser Zeit | $\lambda$     | $\beta$        | $L$            | $\log R$    |
|---------------------|---------------|----------------|----------------|-------------|
| 1805 Sept. 5·51336  | 95° 32' 18"56 | — 0° 59' 34"06 | 162° 54' 56"00 | 0·003 1514  |
| 1806 Jan. 17·42711  | 99 49 5·87    | + 7 16 36·80   | 297 12 43·25   | 9·992 9861  |
| 1806 Mai 23·39813   | 118 5 28·85   | + 7 38 49·39   | 61 58 50·71    | 0·005 6974. |

Die hier mitgetheilten Orte sind geocentrische und auf das mittlere Äquinocetium des Jahresanfanges 1806 bezogen, die Zeitangaben sind von dem Einflusse der Aberration befreit, so dass die eben mitgetheilten Werthe ohne weitere Correction als Grundlage der Bahnbestimmung dienen können. Obwohl Gauss, wie dies die ausgeführten Reductionen zeigen, im Besitze von Näherungswerthen für die Elemente war, so hat er doch von denselben zur Bildung der ersten Hypothese keinen Gebrauch gemacht, um seine Methode an einem extremen Beispiele zu erläutern. Die Bildung dreier Hypothesen in Verbindung mit einem nicht ganz einfachen Interpolationsverfahren liess ihn erst in der vierten Hypothese den Abschluss der Näherungen erreichen, während die hier vorgeschlagene Methode, wie dies die Zahlen am Schlusse der pag. 394 erweisen, schon in der ersten Hypothese Werthe gibt, die der Wahrheit näher sind, als Gauss' dritte Hypothese.

Übrigens wird man bei grossen Zwischenzeiten selten Veranlassung haben, die Methode der Bahnbestimmung genau in der hier gewählten Form in Anwendung zu bringen, da in ähnlichen Fällen wohl stets Näherungen für die Elemente bekannt sein werden; sind aber solche vorhanden, so wird man auf Grundlage derselben sofort die Werthe  $r$ ,  $r_n$ ,  $r_m$ ,  $v$ ,  $v_n$ ,  $v_m$  berechnen, daraus nach 35), 36) und 37) (pag. 377) Näherungswerthe für  $\Gamma$ , und  $\Gamma_m$  ermitteln und auf diese die erste Hypothese gründen, durch welches Verfahren, wenn die vorhandenen Elemente nur halbwegs genau sind, bei der hohen Convergenz der vorliegenden Methode meist schon in der ersten Hypothese das Ziel erreicht wird; in dem folgenden Beispiele soll jedoch von diesen Bemerkungen kein Gebrauch gemacht werden.

Die Vorbereitungsrechnungen und die Auflösung der Gleichung durch Versuche kann ganz nach den Formeln des Anhanges III. 1) — 9) durchgeführt werden, und da das oben mitgetheilte Eudora-Beispiel die Anlage der Rechnung in ausführlicher Weise zeigt, so genügt es, hier nur die Hauptresultate mitzutheilen:

Anhang III. 1):

$$K = + 0.043\,63288, \quad \log K = 8.639\,8139;$$

der beträchtliche Werth von  $K$  lässt eine gute Bahnbestimmung erwarten.

Anhang III. 2):

$$\begin{aligned}\psi, &= 67^{\circ} 22' 50'' 34, & \psi_m &= 56^{\circ} 27' 7'' 88 \\ P, &= 181 \quad 4 \quad 31 \cdot 92, & P_m &= 9 \quad 11 \quad 15 \cdot 22 \\ N, &= + 0 \cdot 387 \quad 4081, & N_m &= + 0 \cdot 559 \quad 9304 \\ \log D, &= 9 \cdot 968 \quad 3909, & \log D_m &= 9 \cdot 926 \quad 5640.\end{aligned}$$

Hierbei sind die Bogen  $P$ , und  $P_m$  mit angeführt, weil von denselben in der Folge Gebrauch gemacht wird.

Anhang III. 3):

$$\begin{aligned}G, &= 332^{\circ} 10' 46'' 71, & G_m &= 263^{\circ} 57' 1'' 51 \\ \log f, &= 8 \cdot 616 \quad 8751, & \log f_m &= 9 \cdot 157 \quad 7299.\end{aligned}$$

Anhang III. 4):

$$\begin{aligned}\log A, &= 8 \cdot 468 \quad 7887, & \log A_m &= 9 \cdot 124 \quad 4748 \\ \log B, &= 8 \cdot 609 \quad 8367, & \log B_m &= 8 \cdot 708 \quad 2391 \\ \log C, &= 8 \cdot 371 \quad 9312, & \log C_m &= 8 \cdot 911 \quad 7614.\end{aligned}$$

Anhang III. 5):

$$\begin{aligned}\log \mu, &= 1_n 309 \quad 3519, & \log \mu' &= 9 \cdot 910 \quad 8533 \\ \log \mu'', &= 9_n 910 \quad 8533, & \log \mu'' &= 1_n 291 \quad 6464 \\ \{I\}, &= + 2 \cdot 786 \quad 2175, & \{I\}_m &= + 2 \cdot 712 \quad 9535 \\ \log II, &= 1_n 599 \quad 0237, & \log II_m &= 1_n 624 \quad 5637 \\ \log III, &= 1_n 478 \quad 4279, & \log III_m &= 1 \cdot 906 \quad 9287.\end{aligned}$$

Da keine Näherungen als bekannt vorausgesetzt werden, so sind die  $\gamma$ -Symbole in der ersten Hypothese der Null gleich zu setzen: die Auflösung der Gleichungen nach Anhang III. 6), 7), 8) und 9) gibt:

$$\begin{aligned}\log r, &= 0 \cdot 428 \quad 1340, & \log x &= 7 \cdot 845 \quad 0376 \\ \log r_m, &= 0 \cdot 406 \quad 1699, & \log y &= 8_n 402 \quad 8065;\end{aligned}$$

Gauss findet in seinen drei Hypothesen der Reihe nach:

|            | 1. Hypothese | 2. Hypothese | 3. Hypothese |
|------------|--------------|--------------|--------------|
| $\log r,$  | 0·432 3934   | 0·429 1773   | 0·428 4841   |
| $\log r_m$ | 0·409 4712   | 0·407 1975   | 0·406 4697.  |

während die wahren Werthe für die Radienvectoren, wie dies die spätere Rechnung zeigt:

$$\begin{aligned}\log r, &= 0 \cdot 428 \quad 2787 \\ \log r_m, &= 0 \cdot 406 \quad 2009.\end{aligned}$$

sind, so dass die Fehler der Gauss'schen dritten Hypothese in den Logarithmen der Radienvectoren — 2054 und — 2688 Einheiten der siebenten Decimale betragen, während die analogen Fehler der ersten Hypothese nach der hier in Anwendung gezogenen Methode sich nur auf + 1447 und + 310 belaufen, also wesentlich genaueren Werthen entsprechen; die Gauss'sche erste Hypothese gibt gar die Fehler — 41147 und — 32703. Man hat nun die nach den Formeln des An-

hanges geführte Rechnung abubrechen und mit der Durchrechnung der Ausdrücke 31) — 38) (pag. 376 u. ff.) zu beginnen, um Näherungswerthe für die in der ersten Hypothese der Null gleichgesetzten Werthe von  $I'$  und  $I''$  zu erhalten; die diesbezüglichen Operationen sind hier ausführlich angesetzt:

Formel 31) (pag. 376):

|                                |               |            |                |
|--------------------------------|---------------|------------|----------------|
| $L_m - L_i$                    | 259° 3' 54"71 | $w \sin W$ | 9.885 4581     |
| $\frac{1}{2}(L_m - L_i)$       | 129 31 57.35  |            | 9.886 9366     |
| $\frac{1}{2}(P_m + P_i)$       | 95 7 53.57    | $w \cos W$ | 9.802 7209     |
| $\frac{1}{2}(P_m - P_i)$       | — 85 56 38.35 | $W$        | 50° 25' 29"91  |
| $\sin \frac{1}{2}(P_m + P_i)$  | 9.998 2558    | $W'$       | — 11 29 29.20  |
| $\sin \frac{1}{2}(L_m - L_i)$  | 9.887 2023    | $\log w$   | 9.998 5215     |
| $\cos \frac{1}{2}(P_m + P_i)$  | 8.951 5449    | $h \sin H$ | 8.838 7472     |
| $\sin \frac{1}{2}(P_m - P_i)$  | 9.998 9109    |            | 9.922 9486     |
| $\cos \frac{1}{2}(L_m - L_i)$  | 9.803 8100    | $h \cos H$ | 8.653 4240     |
| $\cos \frac{1}{2}(P_m - P_i)$  | 8.849 6140    | $H$        | 236° 52' 11"07 |
| $\frac{1}{2}(\psi_m + \psi_i)$ | 61° 54' 59"11 | $H'$       | 231 24 19.84   |
| $\frac{1}{2}(\psi_m - \psi_i)$ | — 5 27 51.23  | $\log h$   | 8.915 7986.    |

Die so ermittelten Zahlen sind als unabhängig von irgend welchen hypothetischen Annahmen den vorbereitenden Rechnungen anzuschliessen und können in der zweiten und den folgenden Hypothesen unverändert in Anwendung gezogen werden. Mit den oben erhaltenen Werthen von  $\log r$ , und  $\log r_m$  findet sich nach:

Formel 32) (pag. 376):

|                                                   |               |                                                       |               |
|---------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|---------------|
| $\theta$                                          | 69° 41' 58"59 | $\sin \{H' + \frac{1}{2}(\theta, - \theta_m)\}^2$     | 9.780 1838    |
| $\theta_m$                                        | 70 38 39.48   | $h^2$                                                 | 7.831 5972    |
| $\frac{1}{2}(\theta, + \theta_m)$                 | 70 10 19.04   | $w^2 \cos \{W' + \frac{1}{2}(\theta, + \theta_m)\}^2$ | 9.428 7318    |
| $\frac{1}{2}(\theta, - \theta_m)$                 | — 0 28 20.44  | $h^2 \sin \{H' + \frac{1}{2}(\theta, - \theta_m)\}^2$ | 7.611 7810    |
| $W' + \frac{1}{2}(\theta, + \theta_m)$            | 58 40 49.84   | Add.                                                  | 0.006 5696    |
| $H' + \frac{1}{2}(\theta, - \theta_m)$            | 230 55 59.40  | $\sin f''^2$                                          | 9.435 3014    |
| $\cos \{W' + \frac{1}{2}(\theta, + \theta_m)\}$   | 9.715 8444    | $\sin f''$                                            | 9.717 6507    |
| $\sin \{H' + \frac{1}{2}(\theta, - \theta_m)\}$   | 9.890 0919    | $f''$                                                 | 31° 27' 53"66 |
| $\cos \{W' + \frac{1}{2}(\theta, + \theta_m)\}^2$ | 9.431 6888    | $2 f''$                                               | 62 55 47.32.  |
| $w^2$                                             | 9.997 0430    |                                                       |               |

Formel 33) und 34) (pag. 376, 377) ( $\gamma''$  und  $\gamma'''$  sind in dieser ersten Hypothese der Null gleich zu setzen):

|                                                  |            |                                                |            |
|--------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------|------------|
| $\log (-4 \tau, \tau_m \frac{\tau_i}{\tau_m} y)$ | 9.388 6148 | $\log (+\tau, \tau_m \frac{\tau_m}{\tau_m} y)$ | 9.115 1694 |
| Subt.                                            | 0.005 2440 | Add.                                           | 0.005 7337 |
| $\log \Psi''$                                    | 1.304 1079 | $\log \Psi'''$                                 | 1.297 3801 |
| $\log \{1 : (1 + \Psi'' x)\}$                    | 0.065 9948 | $\log \{1 : (1 + \Psi''' x)\}$                 | 0.064 9005 |
| $\log n$                                         | 9.751 4845 | $\log n_m$                                     | 9.776 9448 |
| $\sin 2 f''$                                     | 9.949 6094 | $\cos 2 f''$                                   | 9.658 0893 |

|                      |               |                   |               |
|----------------------|---------------|-------------------|---------------|
| $r_m n_m$            | 0.183 1147    | $r, n$            | 0.179 6185    |
| $r_m n_m \cos 2 f_m$ | 9.841 2040    | $r, n \cos 2 f_n$ | 9.837 7078    |
| $r, n$               | 0.179 6185    | $r_m n_m$         | 0.183 1147    |
| Add.                 | 0.163 9838    | Add.              | 0.161 7970    |
| $r_n \sin 2 f_m$     | 0.132 7241    | $r_n \sin 2 f,$   | 0.129 2279    |
|                      | 9.930 2722    |                   | 9.931 5816    |
| $r_n \cos 2 f_m$     | 0.343 6023    | $r_n \cos 2 f,$   | 0.344 9117    |
| $2 f_m$              | 31° 36' 21"74 | $2 f,$            | 31° 19' 25"57 |
| $r_n$                | 0.413 3301    | $r_n$             | 0.413 3301.   |

Probe :

$$2 f, + 2 f_m = 62^\circ 55' 47'' 31.$$

Formel 35) (pag. 377):

Bei der Grösse der heliocentrischen Bewegung werden die  $\xi$ -Werthe, welche man in der ersten Näherung mit dem Argumente  $w = \sin \frac{1}{2} f^2$  entnehmen kann, einer Verbesserung bedürftig sein; die zu diesem Zwecke — von der Zeile:  $\frac{5}{8} + l + \xi$  angefangen — erforderlichen kleinen Operationen sind auf einem Nebenblatt ausgeführt und die so erhaltenen Werthe von  $\xi$  in die untenstehende Rechnung eingesetzt :

|                                           | $\eta,$       | $\eta,,$       | $\eta,,,$      |
|-------------------------------------------|---------------|----------------|----------------|
| $\log \tau$                               | 0.335 8520    | 0.650 3623     | 0.362 4066     |
| $f$                                       | 15° 39' 42"79 | 31° 27' 53"66  | 15° 48' 10"87  |
| $\log r$                                  | 0.413 3301    | 0.428 1340     | 0.428 1340     |
| $\log r'$                                 | 0.406 1699    | 0.406 1699     | 0.413 3301     |
| $r' : r$                                  | 9.992 8398    | 9.978 0359     | 9.985 1961     |
| $\text{tg}(45^\circ + w)$                 | 9.998 2099,5  | 9.994 5089,7   | 9.996 2990,2   |
| $w$                                       | — 0° 7' 5"08  | — 0° 21' 43"93 | — 0° 14' 38"86 |
| $2 w$                                     | — 0 14 10.16  | — 0 43 27.86   | — 0 29 17.72   |
| $\text{tg } 2 w$                          | 7.615 0780    | 8.101 8823     | 7.930 5351     |
| $\frac{1}{2} f$                           | 7° 49' 51"39  | 15° 43' 56"83  | 7° 54' 5"44    |
| $\sin \frac{1}{2} f$                      | 9.134 3384    | 9.433 2027     | 9.138 2100     |
| $\sin \frac{1}{2} f^2$                    | 8.268 6768    | 8.866 4054     | 8.276 4200     |
| $\text{tg } 2 w^2$                        | 5.230 1560    | 6.203 7646     | 5.861 0702     |
| Add.                                      | 0.000 3972    | 0.000 9434     | 0.001 6657     |
| $\sin \frac{1}{2} f^2 + \text{tg } 2 w^2$ | 8.269 0740    | 8.867 3488     | 8.278 0857     |
| $\cos f$                                  | 9.983 5684    | 9.930 9287     | 9.983 2670     |
| $\log l$                                  | 8.285 5056    | 8.936 4201     | 8.294 8187     |
| $l$                                       | + 0.019 2977  | + 0.086 3814   | + 0.019 7160   |
| $2 \cos f$                                | 0.284 5984    | 0.231 9587     | 0.284 2970     |
| $V r r'$                                  | 0.409 7500    | 0.417 1519     | 0.420 7320     |
| $2 \cos f V r r'$                         | 0.694 3484    | 0.649 1106     | 0.705 0290     |
| $\{2 \cos f   r r'\}^3$                   | 2.083 0452    | 1.947 3318     | 2.115 0870     |
| $\tau^2$                                  | 0.671 7040    | 1.300 7246     | 0.724 8132     |
| $\log m$                                  | 8.588 6588    | 9.353 3928     | 8.609 7262     |

|                              |                |                |                 |
|------------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| $\frac{5}{6} + l$            | + 0.852 6310   | + 0.919 7147   | + 0.853 0493    |
| $\xi$                        | + 148          | + 2536         | + 171           |
| $\log \frac{5}{6} + l + \xi$ | 9.930 7687     | 9.963 7729     | 9.930 9829      |
| $\log h$                     | 8.657 8901     | 9.389 6199     | 8.678 7433      |
| $h$                          | + 0.045 4873   | + 0.245 2562   | + 0.047 7247    |
| $\eta^2$                     | 0.040 7270     | 0.172 3254     | 0.042 5844      |
| $\eta$                       | 0.020 3635     | 0.086 1627     | 0.021 2922      |
| Add.                         | 0.043 7635     | 0.037 8710     | 0.043 6747      |
| $r_l + \frac{1}{6}$          | 0.064 1270     | 0.124 0337     | 0.064 9669      |
| $h : \eta^2$                 | 8.617 1631     | 9.217 2945     | 8.636 1589      |
| $\eta - 1$                   | + 0.048 0054,0 | + 0.219 4462,6 | + 0.050 2488,1. |

Formel 36) (pag. 377):

|                                              |                         |                                              |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|
| $\log \{(\eta_l - 1) - (\eta_m - 1)\}$       | 9 <sub>n</sub> 234 1144 | $\log \{(\eta_m - 1) - (\eta_l - 1)\}$       | 9 <sub>n</sub> 228 3938 |
| $\log \eta_m x$                              | 7.931 2003              | $\log \eta_l x$                              | 7.931 2003              |
| $\{(\eta_l - 1) - (\eta_m - 1)\} : \eta_m x$ | - 20.086 954            | $\{(\eta_m - 1) - (\eta_l - 1)\} : \eta_l x$ | - 19.824 100            |
| $- \mu'' + 20.386 934$                       |                         | $- \mu''' + 19.572 505$                      |                         |
| $+ 4 \tau, \tau_m y : \tau_n$                | - 0.244 689             | $- 4 \tau, \tau_m^2 y : \tau_n$              | + 0.260 118             |
| $\gamma'' + 0.055 291$                       |                         | $\gamma''' + 0.008 523$                      |                         |
| $\log \{(\eta_l - 1) - (\eta_m - 1)\}$       | 7 <sub>n</sub> 350 9086 | $\log \{(\eta_m - 1) - (\eta_l - 1)\}$       | 7.350 9086              |
| $\log \eta_m x$                              | 7.866 3298              | $\log \eta_l x$                              | 7.865 4011              |
| $\{(\eta_l - 1) - (\eta_m - 1)\} : \eta_m x$ | - 0.305 1960            | $\{(\eta_m - 1) - (\eta_l - 1)\} : \eta_l x$ | + 0.305 8493            |
| $- \mu''' + 0.814 4291$                      |                         | $- \mu'_m - 0.814 4291$                      |                         |
| $+ 4 \tau, \tau_m y$                         | - 0.504 8067            | $- 4 \tau, \tau_m y$                         | + 0.504 8067            |
| $\gamma''' + 0.004 4264$                     |                         | $\gamma'_m - 0.003 7731.$                    |                         |

Formel 37) (pag. 377):

|                       |            |                          |             |
|-----------------------|------------|--------------------------|-------------|
| $\log \gamma''$       | 8.742 654  | $\log \gamma'''$         | 7.930 592   |
| $B, \tau_n : K\tau$   | 0.284 533  | $B_m \tau_n : K\tau_m$   | 0.356 381   |
| $\Gamma^{(1)}$        | 9.027 187  | $\Gamma_m^{(2)}$         | 8.286 973   |
| $\log \gamma'''$      | 7.646 051  | $\log \gamma'_m$         | 7.576 698   |
| $C, \tau_m : K\tau$   | 9.758 672  | $A_m \tau, : K\tau_m$    | 0.458 106   |
| $\Gamma^{(2)}$        | 7.404 723  | $\Gamma_m^{(1)}$         | 8.034 804   |
| Add.                  | 0.010 237  | Subt.                    | 9.896 075   |
| $\Gamma$              | 9.037 424  | $\Gamma_m$               | 7.930 879   |
| $II$                  | 1.599 0237 | $II_m$                   | 1.624 5637  |
| Subt.                 | 0.001 1934 | Subt.                    | 0.000 0879  |
| $\log (II, + \Gamma)$ | 1.597 8303 | $\log (II_m + \Gamma_m)$ | 1.624 4758. |

Die Gleichungen 38) (pag. 377) werden nun nach den bekannten Methoden [Anhang III. 6), 7), 8) und 9)] aufgelöst, nur treten überall statt  $II$ , und  $II_m$  die Werthe  $II, + \Gamma$ , und  $II_m + \Gamma_m$  ein; die Auflösung der Gleichungen ergibt:

$$\begin{aligned} \log r, &= 0.428 2794 & \log x &= 7.844 7732 \\ \log r_m &= 0.406 1976 & \log y &= 8.405 1266. \end{aligned}$$

Die Fehler in den Logarithmen von  $r$ , und  $r_m$  gegen die genauen Werthe betragen beziehungsweise nur  $-7$  und  $+33$  Einheiten der siebenten Decimale, somit gibt selbst in diesem extremen Falle bereits die zweite Hypothese eine für die praktischen Bedürfnisse völlig ausreichende Annäherung; um aber Nichts an der Vollständigkeit dieses Beispiels zu verabsäumen, soll nun auf diese Zahlen noch eine dritte Hypothese aufgebaut werden; die vorstehenden Zeilen enthalten die Anlage der Rechnung in ausführlicher Form, weshalb hier nur die Hauptmomente derselben mitgetheilt werden.

Nach 32) (pag. 376):

$$\begin{aligned}\theta &= 69^\circ 42' 24''14 & f'' &= 31^\circ 27' 38''78 \\ \theta_m &= 70\ 38\ 44.09 & 2f'' &= 62\ 55\ 17.56.\end{aligned}$$

Nach 33) und 34) (pag. 376, 377):

$$\begin{aligned}\log n &= 9.751\ 2410 & \log n_m &= 9.776\ 8771 \\ 2f''' &= 31^\circ 36' 15''21 & 2f' &= 31^\circ 19' 2''36 \\ \log r_m &= 0.413\ 2804 & \log r_m &= 0.413\ 2804.\end{aligned}$$

Nach 35) (pag. 377):

|             | $\eta$              | $\eta_m$              | $\eta_m$              |
|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| $\omega$    | $-0^\circ 7' 0''50$ | $-0^\circ 21' 50''91$ | $-0^\circ 14' 50''44$ |
| $l$         | $+0.019\ 2891$      | $+0.086\ 3575$        | $+0.019\ 7157$        |
| $\log m$    | $8.588\ 6714$       | $9.353\ 0754$         | $8.609\ 5768$         |
| $\xi$       | $+148$              | $+2532$               | $+171$                |
| $\log h$    | $8.657\ 9071$       | $9.389\ 3140$         | $8.678\ 5941$         |
| $\log \eta$ | $0.020\ 3642$       | $0.086\ 1166$         | $0.021\ 2854$         |
| $\eta - 1$  | $+0.048\ 0071,9$    | $+0.219\ 3169,2$      | $+0.050\ 2324,1.$     |

Nach 36) (pag. 377):

$$\begin{aligned}\gamma'' &= +0.054\ 994 & \gamma''' &= +0.008\ 979 \\ \gamma''' &= +0.004\ 0078 & \gamma''' &= -0.003\ 3646.\end{aligned}$$

Nach 37) (pag. 377):

$$\begin{aligned}\log \Gamma' &= 9.034\ 177 & \log \Gamma_m &= 8.030\ 909 \\ \text{Subt.} &= 0.001\ 1845 & \text{Subt.} &= 0.000\ 1107 \\ \log (II, + \Gamma') &= 1.597\ 8392 & \log (II_m + \Gamma_m) &= 1.624\ 4530.\end{aligned}$$

Die erneute Auflösung der Gleichungen [vergl. Anhang III. 6), 7), 8) und 9)] gibt:

$$\begin{aligned}\log x &= 7.844\ 7697 & \log y &= 8.405\ 0546 \\ q, - N, &= +2.514\ 4839 & q_m - N_m &= +2.404\ 0135 \\ \log r, &= 0.428\ 2787 & \log r_m &= 0.406\ 2008,\end{aligned}$$

womit die Hypothesen beendet erscheinen und sich für  $q$ , und  $q_m$  die Werthe:

$$\begin{aligned}q, &= +2.901\ 8920 & \log q, &= 0.462\ 6812 \\ q_m &= +2.963\ 9439 & \log q_m &= 0.471\ 8700\end{aligned}$$

ergeben, aus denen die Elemente nach den Formeln des Anhangs III. 11. ff. ab-



geleitet werden; um aber eine Controle für die Werthe  $u$ , und  $u_m$  zu erhalten, wird nach 32) (pag. 376) ermittelt:

$$\begin{aligned} \theta &= 69^\circ 42' 24'' 02 & f &= 31^\circ 27' 38'' 58 \\ \theta_m &= 70 \ 38 \ 44 \cdot 63 & 2f &= 62 \ 55 \ 17 \cdot 16. \end{aligned}$$

Die Hauptmomente der Rechnung gestalten sich weiter, wie folgt:

Anhang III. 11):

$$\begin{aligned} l &= 75^\circ 14' 31'' 15 & l_m &= 137^\circ 36' 37'' 21 \\ \log \operatorname{tg} b &= 8 \cdot 273 \ 1939 & \log \operatorname{tg} b_m &= 9 \cdot 195 \ 0168 \\ \log r &= 0 \cdot 428 \ 2787 & \log r_m &= 0 \cdot 406 \ 2009. \end{aligned}$$

Anhang III. 12):

$$\Omega = 80^\circ 58' 49'' 04 \quad i = 10^\circ 37' 32'' 97.$$

Anhang III. 13):

$$\begin{aligned} u &= 354^\circ 9' 44'' 16 & u_m &= 57^\circ 5' 1'' 36 \\ u_m - u &= f & &= 62^\circ 55' 17'' 20. \end{aligned}$$

Zur theilweisen Berücksichtigung des oben um  $0'' 04$  kleiner gefundenen Werthes für  $f$ , wird für die Folge angenommen:

Anhang III. 15):

$$\begin{aligned} u &= 354^\circ 9' 44'' 17 & u_m &= 57^\circ 5' 1'' 35. \\ 2u &= -0^\circ 43' 41'' 36 & \log h &= 9 \cdot 389 \ 3097 \\ \log l &= 8 \cdot 936 \ 2979 & \log \eta^2 &= 0 \cdot 172 \ 2319 \\ \log m &= 9 \cdot 353 \ 0709 & \frac{1}{2}g &= 14^\circ 48' 16'' 37 \\ \xi &= +0 \cdot 000 \ 2532 & \frac{1}{2}f &= 15 \ 43 \ 49 \cdot 29. \end{aligned}$$

Anhang III. 16):

$$\begin{aligned} F &= 320^\circ 35' 1'' 36 & v &= 289^\circ 7' 22'' 77 \\ G &= 323 \ 3 \ 7 \cdot 74 & v_m &= 352 \ 2 \ 39 \cdot 95 \\ \varphi &= 4 \ 37 \ 57 \cdot 48 & E &= 293 \ 26 \ 35 \cdot 00 \\ \log \gamma^2 &= 9 \cdot 706 \ 4086 & E_m &= 352 \ 39 \ 40 \cdot 48. \end{aligned}$$

Anhang III. 17) und 18):

$$\begin{aligned} \log p &= 0 \cdot 439 \ 6204 & \mu \text{ aus } M_m - M &= 769'' 68450 \\ \log \mu \text{ aus } \log p &= 2 \cdot 886 \ 3126 & \log (\mu \text{ aus } M_m - M) &= 2 \cdot 886 \ 3127 \\ M &= 297^\circ 41' 19'' 19 & \log a &= 0 \cdot 442 \ 4626 \\ M_m &= 353 \ 15 \ 8 \cdot 47 & \pi &= 146^\circ 1' 10'' 44. \end{aligned}$$

Da der für  $\mu$  aus  $M_m - M$  resultirende Werth den Vorzug grösserer Genauigkeit für sich in Anspruch nimmt, so wird in der weiteren Rechnung die aus demselben sich ergebende Zahl verwendet. Die erhaltenen Ceres-Elemente zusammengestellt sind:

① Ceres

Epoche 1805 Sept. 5, 51336 mittl. Pariser Zeit

$$\left. \begin{aligned} M &= 297^\circ 41' 19'' 19 \\ \pi &= 146 \ 1 \ 10 \cdot 44 \\ \Omega &= 80 \ 58 \ 49 \cdot 04 \\ i &= 10 \ 37 \ 32 \cdot 97 \\ \varphi &= 4 \ 37 \ 57 \cdot 48 \\ \mu &= 769'' 68450 \\ \log a &= 0 \cdot 442 \ 4626. \end{aligned} \right\} \text{mittl. Äquin. 1806} \cdot 0.$$

Rechnet man nun die Darstellung des mittleren Ortes, so findet sich (Anhang III 19):

$$M_{\text{II}} = 326^{\circ} 19' 10'' 53, \quad v_{\text{II}} = 320^{\circ} 43' 37'' 93$$

$$E_{\text{II}} = 323 \ 34 \ 17.94, \quad \log r_{\text{II}} = 0.413 \ 2814,$$

und daraus:

$$\lambda_{\text{II}} = 99^{\circ} 49' 5'' 90, \quad \beta_{\text{II}} = + 7^{\circ} 16' 36'' 78$$

$$(\text{Beob.-Rechng.}) \quad d\lambda_{\text{II}} = - 0'' 03 \quad d\beta_{\text{II}} = + 0'' 02,$$

so dass eine völlig innerhalb der Unsicherheit siebenstelliger Rechnung liegende Darstellung des mittleren Ortes nach der dritten Hypothese bei diesem extremen Beispiele erreicht ist.

Um endlich jenen Rechnungsvorgang zu erläutern, der einzuhalten ist, wenn vor Beginn der Rechnung genäherte Elemente zur Verfügung stehen, und gleichzeitig ein Beispiel der für eine Kometenbahnbestimmung oben (pag. 379 ff.) als geboten bezeichneten Modificationen der Methode vorzuführen, soll die Bestimmung der Bahn des Kometen I. 1866 ohne bestimmte Voraussetzung über die Excentricität auf den folgenden Grundlagen vorgenommen werden:

| mittl. Berliner Zeit | $\lambda$               | $\beta$                   | $L$                      | $\log R$   |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|------------|
| 1865 Dec. 22.5       | $16^{\circ} 44' 31'' 6$ | $+ 61^{\circ} 54' 30'' 4$ | $271^{\circ} 12' 19'' 8$ | 9.992 754  |
| „ 27.0               | $0 \ 56 \ 10.2$         | $+ 29 \ 13 \ 19.5$        | $275 \ 47 \ 29.9$        | 9.992 671  |
| 1866 Jan. 4.0        | $356 \ 26 \ 13.2$       | $+ 9 \ 24 \ 44.0$         | $283 \ 56 \ 38.0$        | 9.992 653. |

Diese Coordinaten beziehen sich auf das mittlere Äquinocetium des tropischen Jahresanfanges 1866: die Orte des Kometen sind geocentrische und für Planetenaberration corrigirt. Genäherte parabolische Elemente, die aus anderweitigen, wenige Tage umfassenden Beobachtungen abgeleitet sind, ergeben:

für die Perihelzeit: 1866 Januar 9.4978 mittl. Berliner Zeit,

„ den Logarithmus der Periheldistanz: 9.991 974.

Diese Angaben entfernen sich ziemlich weit von den wahren Werthen, sind aber absichtlich gewählt, um die hohe Convergenz der in Vorschlag gebrachten Methode selbst für jene Fälle zu erweisen, in denen vor Beginn der Rechnung nur ganz rohe Näherungen bekannt sind.

Zunächst wird nach der Formel Anhang III. 1) der Werth von  $K$  gefunden:

$$K = - 0.000 \ 8110, \quad \log K = 6.909 \ 021;$$

trotz der starken geocentrischen Bewegung liegen, wie dies die ausserordentliche Kleinheit von  $K$  erweist, die drei beobachteten Orte des Kometen sehr nahe in einem grössten Kreise, weshalb eine Bahnbestimmung unthunlich sein würde, wenn dieser grösste Kreis nahe an dem mittleren Sonnenorte vorbeiginge: allein die Ansicht der zur Grundlage der Rechnung genommenen Werthe zeigt, dass der mittlere Sonnenort nahe dem Pole dieses grössten Kreises zu liegen kommt, eine Bestimmung der Radienvectoren (vergl. pag. 369) also mit Sicherheit möglich ist, und dass  $r$  nahezu gleich  $R$  (vergl. pag. 366) sein muss. Es ist aber oben (pag. 369)

bereits darauf hingewiesen worden, dass dieser Umstand allein eine Bahnbestimmung nicht mit Sicherheit ermöglicht und eine solche erst durchführbar ist, wenn in dem ebenen Dreiecke: Erde — Komet — Sonne, der Winkel  $z$  am Kometen nicht nahe  $90^\circ$  ist, also:

$$\sin z = \sin \psi'' \frac{R''}{r''},$$

nicht nahezu der Einheit gleich wird. Da nun im vorliegenden Falle die parabolische Hypothese  $\log r'' = 0.0040$  gibt, weiter nach der obigen Angabe  $\log R'' = 9.9927$  und der scheinbare Abstand des Kometen von der Sonne zur Zeit der zweiten Beobachtung  $\psi'' = 85^\circ 46'$ , also:

$$\log \sin z = 9.9875,$$

ist, so kann eine völlig sichere Bahnbestimmung nicht erwartet werden. In der That bestätigen die folgenden Rechnungen, dass verhältnismässig sehr differente Elemente innerhalb der Unsicherheit der Rechnung den Beobachtungen genügen werden. Den Beobachtungen können nun Fehler anhaften, die im Verhältnisse zur Sicherheit der Rechnung gross sind, weshalb den Resultaten der Bahnbestimmung in solchen Fällen kein volles Vertrauen entgegengebracht werden darf; da aber bei Kometen sich sehr häufig ähnliche Umstände zeigen werden, so dürfte für dieselben sich stets die Bahnbestimmung aus vier Orten empfehlen, deren Methode in der folgenden Abtheilung auseinandergesetzt wird.

Nach den Formeln 31) (pag. 360) wurde:

$$\begin{aligned} \psi, &= 97^\circ 14' 45''.1, & \psi'' &= 72^\circ 44' 10''.5 \\ P, &= 62 \ 47 \ 6.5, & P'' &= 9 \ 51 \ 38.2 \\ N, &= -0.124 \ 041, & N'' &= +0.291 \ 792 \\ \log D, &= 9.989 \ 272, & \log D'' &= 9.972 \ 632, \end{aligned}$$

und da trotz der ausreichend genauen Resultate der ersten Hypothese die Absicht vorlag, zwei Hypothesen zu rechnen, so wurden nach 31) (pag. 376) die folgenden Werthe abgeleitet:

$$\begin{aligned} \log w^2 &= 9.301 \ 986, & \log h^2 &= 9.902 \ 850 \\ W' &= 86^\circ 34' 8''.7, & H' &= -6^\circ 31' 5''.3. \end{aligned}$$

Nach 8a) und 9a) (pag. 354) fand sich:

$$\begin{aligned} G, &= 185^\circ 27' 9''.7 \\ \log f, &= 9.530 \ 870, & \log B, &= 9.515 \ 123 \\ \log A, &= 9.520 \ 685, & \log C, &= 9.498 \ 147. \end{aligned}$$

Die Lage des durch den mittleren Ort zu legenden grössten Kreises wurde nach 12a) (pag. 285) bestimmt; es ergaben sich die Werthe:

$$\begin{aligned} \lambda'' - \lambda, &= -73098''.4 \\ \beta, - \beta'', &= +188 \ 986.4 \\ II &= 236^\circ 16' 26''.6 \\ \log \operatorname{tg} J &= 9.832 \ 565, \end{aligned}$$

und damit nach 4) (pag. 275):

$$\begin{aligned}\log(\odot, \sin J) &= 9.500\ 618, \\ \log(-\odot, \sin J) &= 9.546\ 358, \quad \log \mathcal{G} = 9.748\ 910 \\ \log(\odot_m \sin J) &= 9.611\ 475, \quad \log \mathcal{G}_m = 9.537\ 117,\end{aligned}$$

endlich nach 6) (pag. 380) die von den Zwischenzeiten abhängigen Grössen:

$$\begin{aligned}\log \tau &= 9.138\ 671, \quad \mu'' = -0.036\ 3971, \quad \log \mu'' = 8.561\ 067 \\ \log \tau'' &= 9.332\ 491, \quad \mu''' = +0.017\ 2615, \quad \log \mu''' = 8.237\ 079 \\ \log \tau_m &= 8.888\ 794, \quad \mu_m' = -0.017\ 2615, \quad \log \mu_m' = 8.237\ 079 \\ &\quad \mu_m'' = -0.053\ 6587, \quad \log \mu_m'' = 8.729\ 640.\end{aligned}$$

Um nun in den Ausdrücken 7) (pag. 380) die in den Grössen  $\Gamma$ ,  $\mathcal{A}$  und  $\Sigma$  auftretenden  $\gamma$ -Symbole, soweit als thunlich, genähert bestimmen zu können, wurde zunächst mit Hilfe der oben mitgetheilten parabolischen Elemente in bekannter Weise ermittelt:

$$\begin{aligned}v &= -24^\circ 58' 25''.1, \quad \log r = 0.012\ 766 \\ v'' &= -18\ 59\ 18.5, \quad \log r'' = 0.003\ 954 \\ v_m &= -7\ 51\ 14.0, \quad \log r_m = 9.994\ 015;\end{aligned}$$

die Berechnung der Grössen  $\eta - 1$ ) nach 10) (pag. 381) gestaltet sich, wie folgt:

|                                | $\eta'$          | $\eta''$         | $\eta_m$          |
|--------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| $2\tau$                        | 9.439 701        | 9.633 521        | 9.189 824         |
| $r$                            | 0.003 954        | 0.012 766        | 0.012 766         |
| $r'$                           | 9.994 015        | 9.994 015        | 0.003 954         |
| Add.                           | 0.306 028        | 0.310 507        | 0.305 458         |
| $r + r'$                       | 0.300 043        | 0.304 522        | 0.309 412         |
| $\sqrt{r + r'}$                | 0.150 021        | 0.152 261        | 0.154 706         |
| $(r + r')^{3/2}$               | 0.450 064        | 0.456 783        | 0.464 118         |
| $\log [v]$                     | 8.989 637        | 9.176 738        | 8.725 706         |
| $[v] + 0.097\ 642$             |                  | $+ 0.150\ 223$   | $+ 0.053\ 175$    |
| (nach Tafel VII) $\mu$         | 0.000 173        | 0.000 411        | 0.000 051         |
| $\sin \gamma$                  | 8.989 810        | 9.177 149        | 8.725 757         |
| $\sin \gamma^2$                | 7.979 620        | 8.354 298        | 7.451 514         |
| $3 \cos \gamma$                | 0.475 039        | 0.472 155        | 0.476 506         |
| $\sin \gamma^2: 3 \cos \gamma$ | 7.504 581        | 7.882 143        | 6.975 008         |
| $\cos \frac{1}{2} \gamma^2$    | 9.998 960        | 9.997 525        | 9.999 692         |
| $\eta - 1$                     | $+ 0.003\ 20347$ | $+ 0.007\ 66687$ | $+ 0.000\ 94475.$ |

Wären für einen vorgelegten Fall Näherungen bekannt, die nicht auf die parabolische Bahn gegründet sind, so müsste man sich zur Ermittlung der Grössen  $\eta - 1$  der Formeln 35) (pag. 377) bedienen.

Nach 36) (pag. 377) fand sich, indem für  $x$  und  $y$  die für die Parabel gefundenen Werthe von  $r$ , und  $r_m$  zur Rechnung benützt wurden:

$$\begin{aligned}\log x &= 9.086\,434 & , & \log y = 8.334\,136 \\ \gamma'' &= -0.000\,4922 & , & \gamma_m'' = -0.000\,2707 \\ \gamma''' &= +0.000\,3123 & , & \gamma_m''' = -0.000\,6809\end{aligned}$$

und somit nach 7) (pag. 380):

|                                                                |           |                                                                   |            |
|----------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------|------------|
| $A, : K$                                                       | — 408.944 | $\log (4 \sin J \odot, \tau,^2 : \mathcal{G}_m)$                  | 8.842 903  |
| $B, \tau_n : K \tau,$                                          | + 630.844 | $\log (-4 \sin J \odot_n \tau, \tau_m : \mathcal{G}_m)$           | 8.638 766  |
| $C, \tau_m : K \tau,$                                          | — 218.398 | Subt.                                                             | 9.778 197  |
| $I$                                                            | + 3.502   | $\log VI$                                                         | 8.416 963  |
| $\log (B, \tau_n \mu'' : K \tau)$                              | 1.360 989 | $\mathcal{G}_m : \mathcal{G}_m$                                   | 0.211 793  |
| $\log (C, \tau_m \mu''' : K \tau)$                             | 0.576 328 | $\log VII$                                                        | 0.461 670  |
| Add.                                                           | 0.066 022 | $\log VIII$                                                       | 8.698 749  |
| $\log II$                                                      | 1.427 011 | $\log IX$                                                         | 9.091 195  |
| — 4 $B, \tau, \tau_m : K$                                      | 1.235 627 | $\log (B, \tau_n \gamma'' : K \tau)$                              | 9.492 064  |
| — 4 $C, \tau_m^2 : K$                                          | 0.968 774 | $\log (C, \tau_m \gamma''' : K \tau)$                             | 8.833 821  |
| Subt.                                                          | 9.928 724 | Add.                                                              | 0.086 240  |
| $\log III$                                                     | 0.897 498 | $\log \Gamma$                                                     | 9.578 304  |
| $\sin J \odot, \tau, : \mathcal{G}_m \tau_m + 1.634\,474$      |           | $\log (\sin J \odot, \tau, \gamma_m' : \mathcal{G}_m \tau_m)$     | 6.645 866  |
| — $\sin J \odot_n \tau_n : \mathcal{G}_m \tau_m - 2.837\,513$  |           | $\log (-\sin J \odot_n \tau_n \gamma_m'' : \mathcal{G}_m \tau_m)$ | 7.286 021  |
| $\sin J \odot_m : \mathcal{G}_m + 1.186\,746$                  |           | Subt.                                                             | 9.887 051  |
| $IV - 0.016\,293$                                              |           | $\log \mathcal{A}$                                                | 7.173 072  |
| $\log (\sin J \odot, \tau, \mu_m' : \mathcal{G}_m \tau_m)$     | 8.450 457 | $\log \Sigma$                                                     | 6.894 158. |
| $\log (-\sin J \odot_n \tau_n \mu_m'' : \mathcal{G}_m \tau_m)$ | 9.182 578 |                                                                   |            |
| Add.                                                           | 9.910 997 |                                                                   |            |
| $\log V$                                                       | 9.093 575 |                                                                   |            |

Für die Auflösung der Gleichungen durch Versuche erschien es bequemer, die Grössen  $\Gamma$ ,  $\mathcal{A}$  und  $\Sigma$  mit den Werthen  $II$ ,  $V$  und  $VIII$  zu vereinigen, wodurch man erhielt:

$$\begin{aligned}\log (II + \Gamma) &= 1.433\,121 \\ \log (V + \mathcal{A}) &= 9.098\,759 \\ \log (VIII + \Sigma) &= 8.705\,507.\end{aligned}$$

Es konnte nun an die Auflösung der Gleichungen 5) (pag. 380) durch Versuche geschritten werden, für welche meist mit Vorthail  $x$  und  $y$  als Unbekannte gewählt werden können, doch wird für Kometen häufig eine abgeänderte Wahl der Unbekannten erwünscht sein, auf welche Abänderung weiter unten (pag. 406 ff.) aufmerksam gemacht werden wird. Die zur Auflösung erforderlichen Rechnungen sind auf pag. 405 und 406 ausführlich mitgetheilt, die erläuternden Bemerkungen jedoch mögen hier vorangehen. Für  $y$  wurde im ersten Versuche jener Werth genommen, der sich aus den parabolischen Elementen ergab,  $x$  aber, um nicht ein allzu fehlerhaftes  $q$ , zu erhalten, so gewählt, dass sich daraus nahezu der aus den parabolischen Elementen

folgende Werth von  $\varrho$ , fand. Demnach wurde für den ersten Versuch angenommen:  $\log x_a = 9.088\ 100$ ,  $\log y_a = 8.334\ 136$ , aus 5) (pag. 380) in Verbindung mit den oben ermittelten Grössen  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  bestimmt und aus diesen nach 8) (pag. 380)  $r$ , und  $r_m$  abgeleitet, welche letzteren Werthe mit Benützung der ersten beiden Gleichungen in 7) (pag. 380) für  $x$  und  $y$  die Endwerthe  $x_e$  und  $y_e$  finden liessen, die, weil  $x_a$  und  $y_a$  nicht die wahren Werthe von  $x$  und  $y$  darstellen, die Unterschiede:

$$\begin{aligned}\log x_e - \log x_a &= + 0.001\ 121 \\ \log y_e - \log y_a &= + 0.021\ 218 ,\end{aligned}$$

zeigten. Zur Beseitigung dieser Differenzen wurde zunächst  $\log x_a$  um 600 Einheiten der sechsten Decimale vermehrt, während  $y_e$  ungeändert belassen wurde; die Durchführung der Rechnung ergab:

$$\begin{aligned}\text{für } \Delta \log x_a &= + 0.000\ 600 \\ \log x_e - \log x_a &= + 0.003\ 932 \\ \log y_e - \log y_a &= + 0.044\ 493 .\end{aligned}$$

Hierauf wurde  $\log y_a$  um  $+ 0.02$  vermehrt, während  $\log x_a$  sowie im ersten Versuche angenommen wurde; es fand sich:

$$\begin{aligned}\text{für } \Delta \log y_a &= + 0.020\ 000 \\ \log x_e - \log x_a &= + 0.000\ 377 \\ \log y_e - \log y_a &= - 0.004\ 113 .\end{aligned}$$

Bezeichnet man mit  $(\xi)$  und  $(\eta)$  die erforderlichen, als linear vorausgesetzten Änderungen, die man an die Ausgangswerthe in Einheiten der gewählten Änderungen anzubringen hat, so bestehen offenbar die Gleichungen:

$$\begin{aligned}+ 0.001\ 121 &= - 0.002\ 811 (\xi) + 0.000\ 744 (\eta) \\ + 0.021\ 218 &= - 0.023\ 275 (\xi) + 0.025\ 331 (\eta) ,\end{aligned}$$

deren Auflösung finden lässt:

$$\begin{aligned}\log (\xi) &= 9.3692 \quad , \quad \Delta \log x_a = - 0.000\ 140 \\ \log (\eta) &= 9.7942 \quad , \quad \Delta \log y_a = + 0.012\ 451 .\end{aligned}$$

Es war somit für den vierten Versuch anzunehmen:

$$\log x_a = 9.087\ 960 \quad , \quad \log y_a = 8.346\ 587 ;$$

welche Werthe aber, da die erforderlichen Änderungen gross sind, demnach die Voraussetzung einer linearen Änderung ziemlich fehlerhaft erscheint, nicht völlig zutreffend befunden wurden; der vierte Versuch ergab:

$$\begin{aligned}\log x_e - \log x_a &= - 0.000\ 014 \\ \log y_e - \log y_a &= - 0.000\ 386 ,\end{aligned}$$

weshalb nochmals die Gleichungen:

$$\begin{aligned}- 0.000\ 014 &= - 0.002\ 811 (\xi) + 0.000\ 744 (\eta) \\ - 0.000\ 386 &= - 0.023\ 275 (\xi) + 0.025\ 331 (\eta) ,\end{aligned}$$

aufgelöst und hierbei die rechten Theile unverändert den Resultaten der drei ersten Versuche entlehnt wurden. Hätte man sehr fehlerhafte Anfangsannahmen gemacht, so könnte es wohl unter Umständen geboten sein, sich die diesbezüglichen Coëfficienten durch willkürliche Variation der Annahmen des vierten Versuches von neuem zu verschaffen; für den vorliegenden Fall genügte es jedoch, die oben ermittelten, empirisch bestimmten Differentialquotienten zu benützen; die Correctionen, die man an  $\log x_a$  und  $\log y_a$  des vierten Versuches anzubringen hatte, waren:

$$\Delta \log x_a = + 0.000\ 001$$

$$\Delta \log y_a = - 0.000\ 282;$$

die Werthe für den fünften Versuch sind somit:

$$\log x_a = 9.087\ 961$$

$$\log y_a = 8.346\ 305;$$

bei diesen Annahmen traten:

$$\log x_e - \log x_a = + 0.000\ 003$$

$$\log y_e - \log y_a = + 0.000\ 030,$$

als Fehler auf, die innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der logarithmischen Rechnung liegen.

Nach diesen Erläuterungen wird das folgende Rechnungsschema, in welchem, um Raum zu sparen, die Rechnungen für die fünf Versuche neben einander gestellt worden sind, leicht verständlich sein.

| Versuch                                | 1.         | 2.         | 3.         | 4.         | 5.         |
|----------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| $\log x_a$                             | 9.088 100  | 9.088 700  | 9.088 100  | 9.087 960  | 9.087 961  |
| $\log y_a$                             | 8.334 136  | 8.344 136  | 8.354 136  | 8.346 587  | 8.346 305  |
| $III y_a$                              | 9.231 634  | 9.231 634  | 9.251 634  | 9.244 085  | 9.243 803  |
| Subt.                                  | 9.997 260  | 9.997 260  | 9.997 131  | 9.997 180  | 9.997 182  |
| $(II + \Gamma) + III y_a$              | 1.430 381  | 1.430 381  | 1.430 252  | 1.430 301  | 1.430 303  |
| $\{(II + \Gamma) + III y\} x_a$        | -3.299 750 | -3.304 314 | -3.298 769 | -3.298 077 | -3.298 100 |
| $\varrho$                              | +0.202 250 | +0.197 686 | +0.203 231 | +0.203 923 | +0.203 900 |
| $VI y_a$                               | 6.751 099  | 6.751 099  | 6.771 099  | 6.763 550  | 6.763 268  |
| Subt.                                  | 9.998 045  | 9.998 045  | 9.997 953  | 9.997 988  | 9.997 989  |
| $(V + A) + VI y_a$                     | 9.096 804  | 9.096 804  | 9.096 712  | 9.096 747  | 9.096 748  |
| $\{(V + A) + VI y\} x_a$               | +0.015 307 | +0.015 329 | +0.015 304 | +0.015 301 | +0.015 301 |
| $IV + \{(V + A) + VI y\} x_a$          | -0.000 986 | -0.000 964 | -0.000 989 | -0.000 992 | -0.000 992 |
| $IX y_a$                               | 7.425 331  | 7.425 331  | 7.445 331  | 7.437 782  | 7.437 500  |
| Add.                                   | 0.022 205  | 0.022 205  | 0.023 224  | 0.022 835  | 0.022 820  |
| $(VIII + \Sigma) + IX y_a$             | 8.727 712  | 8.727 712  | 8.728 731  | 8.728 342  | 8.728 327  |
| $\{(VIII + \Sigma) + IX y\} x_a$       | 7.815 812  | 7.816 412  | 7.816 831  | 7.816 302  | 7.816 288  |
| Subt.                                  | 9.999 018  | 9.999 016  | 9.999 015  | 9.999 016  | 9.999 016  |
| $VII + \{(VIII + \Sigma) + IX y\} x_a$ | 0.460 688  | 0.460 686  | 0.460 685  | 0.460 686  | 0.460 686  |
| $\log \varrho$                         | 9.305 889  | 9.295 976  | 9.307 990  | 9.309 466  | 9.309 417  |

|                                                                                                                |            |            |            |            |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| $[VII + \{(VIII + \Sigma) + IX y_a\} x_a] q, + 0.584\,221 + 0.571\,034 + 0.587\,050 + 0.589\,050 + 0.588\,983$ |            |            |            |            |             |
| $q_m + 0.583\,235 + 0.570\,070 + 0.586\,061 + 0.588\,058 + 0.587\,991$                                         |            |            |            |            |             |
| $q, - N,$                                                                                                      | 9.513 605  | 9.507 488  | 9.514 909  | 9.515 826  | 9.515 795   |
| $q_m - N_m$                                                                                                    | 9.464 553  | 9.444 479  | 9.468 744  | 9.471 682  | 9.471 583   |
| $\text{tg } \theta,$                                                                                           | 9.524 333  | 9.518 216  | 9.525 637  | 9.526 554  | 9.526 523   |
| $\text{tg } \theta_m$                                                                                          | 9.491 921  | 9.471 847  | 9.496 112  | 9.499 050  | 9.498 951   |
| $\cos \theta,$                                                                                                 | 9.976 976  | 9.977 583  | 9.976 844  | 9.976 751  | 9.976 754   |
| $\cos \theta_m$                                                                                                | 9.980 026  | 9.981 717  | 9.979 654  | 9.979 390  | 9.979 399   |
| $\log r,$                                                                                                      | 0.012 296  | 0.011 689  | 0.012 428  | 0.012 521  | 0.012 518   |
| $\log r_m$                                                                                                     | 9.992 606  | 9.990 915  | 9.992 978  | 9.993 242  | 9.993 233   |
| Subt.                                                                                                          | 8.666 341  | 8.690 170  | 8.660 886  | 8.656 977  | 8.657 114   |
| Add.                                                                                                           | 0.310 987  | 0.311 541  | 0.310 863  | 0.310 776  | 0.310 779   |
| $r_m - r,$                                                                                                     | 8.658 947  | 8.681 085  | 8.653 864  | 8.650 219  | 8.650 347   |
| $r_m + r,$                                                                                                     | 0.303 593  | 0.302 456  | 0.303 841  | 0.304 018  | 0.304 012   |
| $\log y_e$                                                                                                     | 8.355 354  | 8.378 629  | 8.350 023  | 8.346 201  | 8.346 335   |
| $\log x_e$                                                                                                     | 9.089 221  | 9.092 632  | 9.088 477  | 9.087 946  | 9.087 964   |
| $\log x_e - \log x_a$                                                                                          | +0.001 121 | +0.003 932 | +0.000 377 | -0.000 014 | +0.000 003  |
| $\log y_e - \log y_a$                                                                                          | +0.021 218 | +0.044 493 | -0.004 113 | -0.000 386 | +0.000 030. |

Es ist oben erwähnt worden, dass bisweilen mit Vortheil eine abgeänderte Wahl der Unbekannten in Anwendung gezogen werden kann, um die Rechnung etwas bequemer zu gestalten; diese veränderte Methode soll hier auseinandergesetzt werden. Wählt man nämlich als Unbekannte  $q,$  und  $\log y_a,$  wobei die ersten Annahmen über diese Unbekannten den parabolischen Elementen entlehnt werden können, so hat man zunächst (vergl. erste Formel 5) pag. 380):

$$x_a = \frac{q, - I}{II + III y_a + I},$$

zu bestimmen, mit diesem Werthe von  $x_a$  und den Anfangsannahmen über  $q,$  und  $\log y_a$  nach der zweiten Formel in 5) (pag. 380) den Werth von  $q_m,$  dann aus  $q,$  und  $q_m$  nach 8) (pag. 380) die Werthe von  $r,$  und  $r_m$  zu ermitteln und erhält mit diesen in bekannter Weise  $x_e$  und  $y_e,$  welche Grössen im Allgemeinen gegen  $x_a$  und  $y_a$  Unterschiede zeigen werden, so lange nicht die wahren Werthe für  $q,$  und  $y_a$  der Rechnung zu Grunde gelegt wurden; variirt man nun einmal  $q,$ , das andermal  $y_a$  entsprechend, so wird man ganz ähnlich, wie bei der voranstehend auseinandergesetzten Methode zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten erhalten, die, so lange die zulässigen Grenzen für die lineare Änderung nicht überschritten werden, neue Näherungen ergeben, welche zur weiteren Verbesserung der zuletzt gemachten Annahmen verwendet werden können.

Es soll die Anwendung dieser Methode durch ein Beispiel erläutert und die Auflösung der obigen Gleichungen nach derselben hier ausführlich durchgeführt werden. Für die drei ersten Versuche wurden die Annahmen:

|            |             |             |             |
|------------|-------------|-------------|-------------|
|            | 1           | 2           | 3           |
| $q,$       | + 0.203 000 | + 0.204 000 | + 0.203 000 |
| $\log y_a$ | 8.334 136   | 8.334 136   | 8.344 136,  |



benützt, welche nach den weiter unten mitgetheilten Rechnungen zur Bestimmung der Verbesserungen von  $q$ , und  $\log y_a$  die folgenden Gleichungen lieferten:

$$\begin{aligned} + 650 &= + 634 (\xi) + 64 (\eta) \\ + 17176 &= + 5544 (\xi) + 10000 (\eta), \end{aligned}$$

aus welchen folgt:

$$\begin{aligned} \log (\xi) &= 9.9554, & d q, &= + 0.000 902 \\ \log (\eta) &= 0.0854, & d \log y_a &= + 0.012 173; \end{aligned}$$

man hat daher für den vierten Versuch anzuwenden:

$$q, = + 0.203 902, \quad \log y_a = 8.346 309.$$

Derselbe lässt in der That, wie dies die Zahlen der folgenden Rechnungen zeigen, für  $x_e$  und  $y_e$  bereits Werthe finden, die innerhalb der Unsicherheit der logarithmischen Rechnung mit  $x_a$  und  $y_a$  stimmen; wie man sieht, stimmen die so erhaltenen Resultate mit jenen der früheren Rechnung (vergl. pag. 406) innerhalb der Unsicherheit der sechsstelligen Rechnung und man bemerkt, dass das letztere Verfahren convergenter, so wie im Allgemeinen auch etwas genauer ist, so dass es bei der tatsächlichen Anwendung wohl den Vorzug verdient.

| Versuch                                                                    | 1.                     | 2.                     | 3.                     | 4.                     |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $q,$                                                                       | + 0.203 000            | + 0.204 000            | + 0.203 000            | + 0.203 902            |
| $\log y_a$                                                                 | 8 <sub>n</sub> 334 136 | 8 <sub>n</sub> 334 136 | 8 <sub>n</sub> 344 136 | 8 <sub>n</sub> 346 309 |
| <i>III</i> $y_a$                                                           | 9.231 634              | 9.231 634              | 9.241 634              | 9.243 807              |
| Subt.                                                                      | 9.997 260              | 9.997 260              | 9.997 196              | 9.997 182              |
| ( <i>II</i> + <i>I</i> ) + <i>III</i> $y_a$                                | 1 <sub>n</sub> 430 381 | 1 <sub>n</sub> 430 381 | 1 <sub>n</sub> 430 317 | 1 <sub>n</sub> 430 303 |
| $q, - I$                                                                   | 0 <sub>n</sub> 518 382 | 0 <sub>n</sub> 518 251 | 0 <sub>n</sub> 518 382 | 0 <sub>n</sub> 518 264 |
| $\log x_a$                                                                 | 9.088 001              | 9.087 870              | 9.088 065              | 9.087 961              |
| <i>IX</i> $y_a$                                                            | 7 <sub>n</sub> 425 331 | 7 <sub>n</sub> 425 331 | 7 <sub>n</sub> 435 331 | 7 <sub>n</sub> 437 504 |
| Add.                                                                       | 0.022 205              | 0.022 205              | 0.022 709              | 0.022 820              |
| ( <i>VIII</i> + $\Sigma$ ) + <i>IX</i> $y_a$                               | 8 <sub>n</sub> 727 712 | 8 <sub>n</sub> 727 712 | 8 <sub>n</sub> 728 216 | 8 <sub>n</sub> 728 327 |
| [( <i>VIII</i> + $\Sigma$ ) + <i>IX</i> $y_a$ ] $x_a$                      | 7 <sub>n</sub> 815 713 | 7 <sub>n</sub> 815 582 | 7 <sub>n</sub> 816 281 | 7 <sub>n</sub> 816 288 |
| Subt.                                                                      | 9.999 018              | 9.999 018              | 9.999 016              | 9.999 016              |
| <i>VII</i> +[( <i>VIII</i> + $\Sigma$ ) + <i>IX</i> $y_a$ ] $x_a$          | 0.460 688              | 0.460 688              | 0.460 686              | 0.460 686              |
| $\log q,$                                                                  | 9.307 496              | 9.309 630              | 9.307 496              | 9.309 421              |
| ( <i>VII</i> +[( <i>VIII</i> + $\Sigma$ ) + <i>IX</i> $y_a$ ] $x_a$ ) $q,$ | + 0.586 386            | + 0.589 275            | + 0.586 384            | + 0.588 989            |
| <i>VI</i> $y_a$                                                            | 6 <sub>n</sub> 751 099 | 6 <sub>n</sub> 751 099 | 6 <sub>n</sub> 761 099 | 6 <sub>n</sub> 763 272 |
| Subt.                                                                      | 9.998 045              | 9.998 045              | 9.998 000              | 9.997 989              |
| ( <i>V</i> + <i>A</i> ) + <i>VI</i> $y_a$                                  | 9.096 804              | 9.096 804              | 9.096 759              | 9.096 748              |
| [( <i>V</i> + <i>A</i> ) + <i>VI</i> $y_a$ ] $x_a$                         | + 0.015 304            | + 0.015 299            | + 0.015 305            | + 0.015 301            |
| $q_m$                                                                      | + 0.585 397            | + 0.588 281            | + 0.585 396            | + 0.587 997            |
| $\log (q, - N)$                                                            | 9.514 602              | 9.515 928              | 9.514 602              | 9.515 798              |
| $\log (q_m - N_m)$                                                         | 9.467 763              | 9.472 008              | 9.467 762              | 9.471 592              |
| $\operatorname{tg} \theta,$                                                | 9.525 330              | 9.526 656              | 9.525 330              | 9.526 526              |
| $\operatorname{tg} \theta_m$                                               | 9.495 131              | 9.499 376              | 9.495 130              | 9.498 960              |

|                       |           |           |           |           |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $\cos \theta,$        | 9.976 875 | 9.976 741 | 9.976 875 | 9.976 754 |
| $\cos \theta_{''}$    | 9.979 742 | 9.979 361 | 9.979 742 | 9.979 398 |
| $r,$                  | 0.012 397 | 0.012 531 | 0.012 397 | 0.012 518 |
| $r_{''}$              | 9.992 890 | 9.993 271 | 9.992 890 | 9.993 234 |
| Subt.                 | 8.662 205 | 8.656 535 | 8.662 205 | 8.657 091 |
| Add.                  | 0.310 893 | 0.310 767 | 0.310 893 | 0.310 779 |
| $r_{''} - r,$         | 8.655 095 | 8.649 806 | 8.655 095 | 8.650 325 |
| $r_{''} + r,$         | 0.303 783 | 0.304 038 | 0.303 783 | 0.304 013 |
| $\log y_e$            | 8.351 312 | 8.345 768 | 8.351 312 | 8.346 312 |
| $\log x_e$            | 9.088 651 | 9.087 886 | 9.088 651 | 9.087 961 |
| $\log x_e - \log x_a$ | + 650     | + 16      | + 586     | 0         |
| $\log y_e - \log y_a$ | + 17 176  | + 11 632  | + 7 176   | + 3.      |

Für die Folge wurden die nach der ersten Rechnung erhaltenen Zahlen benützt; nach den Endwerthen des bezüglichen letzten Versuches hat man anzunehmen:

$$\begin{aligned} \log x &= 9.087\,964 & , & \log r_{''} = 9.993\,233 \\ \log y &= 8.346\,335 & , & \theta, = 18^{\circ}34'46''8 \\ \log r, &= 0.012\,518 & , & \theta_{''} = 17\,30\,31.1 \end{aligned}$$

und es wird mit Benützung der Formel 32) (pag. 376):

$$f_{''} = 8^{\circ}25'14''0.$$

Nach 33) (pag. 376) findet man nun:

$$\Psi_{''}'' = -0.036\,2839 \quad , \quad \Psi_{''}''' = -0.054\,6801,$$

nach 34) (pag. 377):

$$\begin{aligned} \log n &= 9.808\,114 & , & \log n_{''} = 9.559\,221 \\ 2f_{''} &= 5^{\circ}53'1''1 & , & 2f, = 10^{\circ}57'26''9 \\ \log r_{''} &= 0.003\,671 & , & \log r_{''} = 0.003\,671; \end{aligned}$$

der Probe  $2f_{''} = 2f, + 2f_{''}$  wird vollständig Genüge geleistet.

Die Anwendung der Formeln 35) (pag. 377) gibt:

$$\begin{aligned} \omega &= 0^{\circ}10'19''7 & - & 0^{\circ}19'4''9 & - & 0^{\circ}8'45''2 \\ \log l &7.367\,523 & & 7.746\,119 & & 6.836\,174 \\ \log m &7.384\,863 & & 7.767\,388 & & 6.851\,935 \\ \xi &0.000\,000 & & 0.000\,000 & & 0.000\,000 \\ \log h &7.462\,831 & & 7.843\,674 & & 6.930\,759 \\ \log \eta^2 &0.002\,787 & & 0.006\,652 & & 0.000\,822 \\ \eta - 1 &+ 0.003\,21407 & + & 0.007\,68730 & + & 0.000\,94638. \end{aligned}$$

Diese Werthe liefern nun mit Benützung der Formeln 36) (pag. 377) neue, wesentlich genauere Werthe von  $\gamma$ , nämlich:

$$\begin{aligned} \gamma_{''}'' &= -0.000\,4602 & , & \gamma_{''}''' &= -0.000\,2524 \\ \gamma_{''}''' &= +0.000\,2942 & , & \gamma_{''}'''' &= -0.000\,6305, \end{aligned}$$

die sich übrigens so wenig von den oben (pag. 403) aus den parabolischen Elementen erhaltenen unterscheiden, dass wohl schon die zweite Hypothese mit Sicherheit als Endhypothese benützt werden kann; es stellt sich, wie dies nach Durchführung dieser Hypothese erhellen wird, sogar die erste als völlig genügende Annäherung heraus.

Die Rechnung der drei letzten Formeln in 7) (pag. 380) ergibt:

$$\begin{aligned}\log \Gamma &= 9_{\text{n}}549\ 699 & , & \log (II + \Gamma) = 1_{\text{n}}432\ 734 \\ \log \mathcal{A} &= 7.138\ 780 & , & \log (V + \mathcal{A}) = 9.098\ 368 \\ \log \Sigma &= 6_{\text{n}}863\ 759 & , & \log (VIII + \Sigma) = 8_{\text{n}}705\ 053.\end{aligned}$$

Die Auflösung der Gleichungen 5) (pag. 380) führt in Verbindung mit den Gleichungen 7), 8) (pag. 380) und mit Benützung der oben empirisch ermittelten Differentialquotienten leicht zu folgenden Werthen:

$$\begin{aligned}\log x &= 9.088\ 459 & , & \theta_1 = 18^{\circ} 32' 44''.1 \\ \log y &= 8_{\text{n}}349\ 912 & , & \theta_{\text{m}} = 17\ 24\ 18.6 \\ \log r_1 &= 0.012\ 431 & , & \log \varrho_1 = 9.308\ 039 \\ \log r_{\text{m}} &= 9.992\ 986 & , & \log \varrho_{\text{m}} = 9.767\ 992.\end{aligned}$$

Aus  $\varrho_1$  und  $\varrho_{\text{m}}$  wären die Elemente abzuleiten; um aber die Überzeugung zu gewinnen, dass die Annäherungen in der That hinreichend weit getrieben worden sind, und um für die folgende Rechnung Controlwerthe zu erhalten, rechnet man nach der Formel 32) (pag. 376):

$$f_{\text{n}} = 8^{\circ} 22' 38''95,$$

und nach 33) (pag. 376) und 34) (pag. 377):

$$\begin{aligned}\log n &= 9.808\ 114 & , & \log n_{\text{n}} = 9.559\ 221 \\ 2f_{\text{m}} &= 5^{\circ} 51' 8''3 & , & 2f_1 = 10^{\circ} 54' 9''6 \\ \log r_{\text{n}} &= 0.003\ 572 & , & \log r_{\text{n}} = 0.003\ 572.\end{aligned}$$

Die für die Beurtheilung der erlangten Annäherung massgebenden Werthe von  $n$  und  $n_{\text{n}}$  zeigen, dass dieselben zwischen der ersten und zweiten Hypothese keine Abänderung mehr erfahren haben, dass somit bereits die erste Hypothese, daher in um so höherem Masse die zweite ausreichend ist; beide Hypothesen werden die Orte demgemäss innerhalb der Unsicherheit der sechsstelligen Rechnung darstellen; da aber sowohl die geocentrischen Distanzen, als auch, ob zwar in geringerem Masse, die Radienvectoren in den beiden Hypothesen eine wesentliche Verschiedenheit zeigen, so wird man schliessen dürfen, dass die Unsicherheit der zu ermittelnden Elemente eine ganz beträchtliche sein werde. Am Schlusse des hier angeführten Beispielles werden zur Bekräftigung der eben aufgestellten Behauptungen aus den Zahlen der ersten Hypothese die Elemente und die Darstellung des mittleren Ortes gerechnet, hier aber soll, um den Gang der Rechnung nicht zu unterbrechen, sofort an die Ableitung der Elemente aus den Zahlen der zweiten Hypothese geschritten werden, wobei jene Methoden zur Bahnbestimmung aus zwei heliocen-

trischen Orten in Verwendung kommen, welche sich bei sehr excentrischen Bahnen empfehlen.

Zunächst wurden in der bekannten Weise aus  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  nach den Formeln 4) (pag. 21) die heliocentrischen Coordinaten abgeleitet und gefunden:

$$\begin{aligned} l, &= 85^\circ 59' 3'' 3 & , & & l_m &= 69^\circ 40' 22'' 7 \\ \log \operatorname{tg} b, &= 9.247\ 869 & , & & \log \operatorname{tg} b_m &= 8.990\ 690 \\ \log r, &= 0.012\ 430 & , & & \log r_m &= 9.992\ 987. \end{aligned}$$

Die beiden Logarithmen der Radienvectoren weichen von den im letzten Versuche gefundenen Zahlen um je eine Einheit der letzten Stelle ab; für die folgenden Rechnungen wurden die hier erhaltenen Zahlen benützt.

Nach 1) (pag. 102) finden sich die Länge des aufsteigenden Knotens und die Neigung wie folgt:

$$\Omega = 231^\circ 21' 6'' 4 \quad , \quad i = 162^\circ 42' 16'' 9,$$

nach 3) (pag. 102) die Argumente der Breite:

$$u, = 144^\circ 7' 5'' 2 \quad , \quad u_m = 160^\circ 52' 22'' 6;$$

für die folgende Rechnung wurde aber, um der Probe:

$$2f_n = u_m - u,$$

zu genügen, angenommen:

$$u, = 144^\circ 7' 4'' 9 \quad , \quad u_m = 160^\circ 52' 22'' 8.$$

Mit Hilfe der Formeln 26) (pag. 89) fand sich:

$$\begin{aligned} \omega_n &= -0^\circ 19' 14'' 3 & , & & \log m_n &= 7.767\ 745 \\ \log l_n &= 7.741\ 889 & , & & \log \eta_n^2 &= 0.006\ 657. \end{aligned}$$

Um die übrigen Elemente abzuleiten, wurde das folgende Formelsystem benützt:

$$\left. \begin{aligned} z &= \left( \frac{r_n}{\eta_n^2 \cos f_n \sqrt{r, r_m}} \right)^2 \\ 2ez \sin F_n &= (r_m - r_n) \sin f_n \\ 2ez \cos F_n &= \frac{(r_m + r_n) \sin f_n^2 - 2z}{\cos f_n} \\ q &= \frac{r, r_m \sin f_n^2}{z(1 + e)} \\ v, &= F_n - f_n \quad , \quad v_m = F_n + f_n \\ \omega &= u, - v, \quad , \quad \omega = u_m - v_m \\ \pi &= \omega + \Omega, \end{aligned} \right\} \quad 1)$$

welches leicht aus dem am Schlusse von pag. 479 des II. Bandes gegebenen Ausdrücke, so wie aus den Formeln 27) und 31) (pag. 107) und 32) (pag. 108) gefolgert werden kann, in welcher letzterer der Werth von  $\cos g_n \sqrt{r, r_m}$  nach der Relation 26) (pag. 107) ersetzt wurde. Die Perihelzeit resultirt [vergl. Formel VIIb) (pag. 479) des II. Bandes] mit Hilfe der Tafel XVIII des zweiten Bandes nach:

$$\left. \begin{aligned} T &= t, - \frac{q^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{1+e}} (P_1' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v, + P_3' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v,^3) \\ &= t_m - \frac{q^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{1+e}} (P_1''' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m + P_3''' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m^3), \end{aligned} \right\} \quad 2)$$

in welchen Formeln die Übereinstimmung der beiden Werthe von  $T$  eine gute Controlle für die Richtigkeit der Rechnung abgeben wird. Die Rechnung nach diesem Formelsystem stellt sich wie folgt:

|                                                                                  |             |                                                                                         |               |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| $(2 \cos f_n \sqrt{r, r_m})^2$                                                   | 0.598 158   | $2ez \cos F_n$                                                                          | 8.300 408     |
| $\tau_n^2: (2 \cos f_n \sqrt{r, r_m})^2$                                         | 8.066 824   |                                                                                         | 9.977 727     |
| $z$                                                                              | 8.060 167   | $2ez \sin F_n$                                                                          | 7.817 158     |
| Add.                                                                             | 0.310 860   | $F_n -$                                                                                 | 18° 11' 37" 5 |
| Subt.                                                                            | 8.660 727   | $2ez$                                                                                   | 8.322 681     |
| $r_m - r,$                                                                       | 8.653 714   | $\log e$                                                                                | 9.961 484     |
| $r_m + r,$                                                                       | 0.303 847   | $1 + e$                                                                                 | 0.282 198     |
| $\sin f_n^2$                                                                     | 8.326 888   | $1 - e$                                                                                 | 8.928 740     |
| $(r_m + r) \sin f_n^2$                                                           | 8.630 735   | $r, r_m \sin f_n^2$                                                                     | 8.332 305     |
| $2z$                                                                             | 8.361 197   | $\log q$                                                                                | 9.989 940     |
| Subt.                                                                            | 9.934 552   | $q^{\frac{3}{2}}$                                                                       | 9.984 910     |
| $(r_m + r) \sin f_n^2 - 2z$                                                      | 8.295 749   | $\sqrt{1 + e}$                                                                          | 0.141 099     |
| $v, - 26^\circ 34' 16'' 5$                                                       |             | $v_m - 9^\circ 48' 58'' 5$                                                              |               |
| $\omega$                                                                         | 170 41 21.4 | $\omega$                                                                                | 170 41 21.3   |
| $\pi$                                                                            | 42 2 27.8   | $\pi$                                                                                   | 42 2 27.7     |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v,$                                               | 9.373 142   | $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m$                                                     | 8.933 856     |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2$                                              | 8.746 284   | $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m^2$                                                   | 7.867 712     |
| $\log \theta,$                                                                   | 7.392 826   | $\log \theta_m$                                                                         | 6.514 254     |
| $\theta, + 0.002 4707$                                                           |             | $\theta_m + 0.000 3268$                                                                 |               |
| $P_1'$                                                                           | 2.064 734   | $P_1'''$                                                                                | 2.065 354     |
| $P_3'$                                                                           | 1.587 041   | $P_3'''$                                                                                | 1.588 157     |
| $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3$                                              | 8.119 426   | $\operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m^3$                                                   | 6.801 568     |
| $P_1' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v,$                                          | 1.437 876   | $P_1''' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m$                                              | 0.999 210     |
| $P_3' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3$                                         | 9.706 467   | $P_3''' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m^3$                                            | 8.389 725     |
| Add.                                                                             | 0.007 987   | Add.                                                                                    | 0.001 066     |
| $P_1' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v, + P_3' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3$ | 1.445 863   | $P_1''' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m + P_3''' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m^3$ | 1.000 276     |
| $\log \Delta t,$                                                                 | 1.289 674   | $\log \Delta t_m$                                                                       | 0.844 087     |
| $\Delta t, + 19.483 82$                                                          |             | $\Delta t_m + 6.983 72$                                                                 |               |
| $T(\text{Januar})$                                                               | 10.983 82   | $T$                                                                                     | 10.983 72.    |

Die Elemente sind daher zusammengestellt:

♂ I. 1866.

$$\begin{aligned}
 T &= 1866 \text{ Januar } 10.983 \text{ } 770 \text{ mittl. Berl. Zeit} \\
 \left. \begin{aligned}
 \pi &= 42^\circ 2' 27'' 8 \\
 \Omega &= 231 \text{ } 21 \text{ } 6.4 \\
 i &= 162 \text{ } 42 \text{ } 16.9
 \end{aligned} \right\} \text{ mittl. Äquin. } 1881.0 \\
 \log q &= 9.989 \text{ } 940 \\
 \log e &= 9.961 \text{ } 484.
 \end{aligned}$$

Rechnet man die Darstellung des mittleren Ortes und bestimmt die wahre Anomalie nach der auf pag. 72 auseinander gesetzten Methode, so sind die Hauptmomente der Rechnung :

$$\begin{array}{ll} \log \alpha = 9.997\ 821 & v_{\text{II}} = - 20^{\circ} 43' 8'' 0 \\ \log \beta = 8.645\ 977 & \log r_{\text{II}} = 0.003\ 572 \\ w = - 20^{\circ} 20' 37'' 2 & \lambda_{\text{II}} = 0^{\circ} 56' 7'' 1 \\ \log x = 9.261\ 726 & \beta_{\text{II}} = + 29\ 13\ 19.2 \\ \log G = 0.000\ 257 & d\lambda_{\text{II}} \cos \beta_{\text{II}} = + 2'' 7 \\ \log H = 0.000\ 000 & d\beta_{\text{II}} = + 0.3. \end{array}$$

Die Darstellung des mittleren Ortes ist für eine sechsstellige Rechnung völlig genügend, da in Anbetracht der relativ geringen geocentrischen Entfernung die Fehler in den heliocentrischen Orten sehr vergrößert in das Resultat übergehen.

Um schliesslich zu zeigen, dass in der That die erste Hypothese schon genügende Resultate liefert, sollen ganz nach der eben angegebenen Methode aus den Zahlen dieser Hypothese die Elemente abgeleitet werden. Man wird finden :

$$\begin{array}{ll} \log q = 9.309\ 417 & \log r = 0.012\ 518 \\ \log q_{\text{III}} = 9.769\ 371 & \log r_{\text{III}} = 9.993\ 234 \\ l = 85^{\circ} 58' 5'' 5 & \Omega = 231^{\circ} 11' 4'' 6 \\ l_{\text{III}} = 69\ 34\ 12.0 & i = 162\ 43\ 0.7 \\ \log \operatorname{tg} b = 9.249\ 200 & u = 143\ 57\ 58.9 \\ \log \operatorname{tg} b_{\text{III}} = 8.991\ 833 & u_{\text{III}} = 160\ 48\ 27.1 ; \\ \\ \log \eta_{\text{II}}^2 = 0.006\ 652 & \omega = 170^{\circ} 8' 28'' 4 \\ \log z = 8.059\ 934 & \pi = 41\ 19\ 33.0 \\ F_{\text{II}} = - 17^{\circ} 45' 15'' 1 & T \text{ aus } v = 10.615\ 26 \\ \log e = 9.970\ 809 & ,, ,, v_{\text{III}} = 10.615\ 19 \\ \log[(1-e)(1+e)] = 8.526\ 273 & T = 10.615\ 225 \\ \log q = 9.990\ 448 & \log \alpha = 0.001\ 227 \\ v = - 26^{\circ} 10' 29'' 1 & \log \beta = 8.525\ 848. \\ v_{\text{III}} = - 9\ 20\ 1.1 & \end{array}$$

Die Elemente sind also zusammengestellt :

♂ I. 1866.

$$\begin{array}{l} T = 1866 \text{ Januar } 10.615\ 225 \text{ mittl. Berl. Zeit} \\ \left. \begin{array}{l} \pi = 41^{\circ} 19' 33'' 0 \\ \Omega = 231\ 11\ 4.6 \\ i = 162\ 43\ 0.7 \end{array} \right\} \text{ mittl. Aequin. } 1866.0 \\ \log q = 9.990\ 448 \\ \log e = 9.970\ 809. \end{array}$$

Diese Elemente weisen gegen die auf pag. 411 angeführten nicht unerhebliche Unterschiede auf; trotzdem ist die Darstellung der mittleren Beobachtung durch dieselben

ebenso genügend, wie diejenige durch die aus der zweiten Hypothese abgeleiteten Elemente. Die Rechnung ergibt:

$$\begin{array}{ll} w = -20^{\circ} 0' 48''.2 & \log r_{\parallel} = 0.003\ 671 \\ \log x = 9.252\ 540 & \lambda_{\parallel} = 0^{\circ} 56' 8''.6 \\ \log G = 0.000\ 187 & \beta_{\parallel} = +29^{\circ} 13' 18''.2 \\ \log H = 0.000\ 000 & d\lambda_{\parallel} \cos \beta_{\parallel} = +1''.4 \\ v_{\parallel} = -20^{\circ} 17' 28''.2 & d\beta_{\parallel} = +1''.3, \end{array}$$

womit nicht nur die oben (vergl. pag. 409) aufgestellte Behauptung, dass die erste auf die parabolischen Elemente gegründete Hypothese schon eine ausreichende Annäherung liefert, erwiesen erscheint, sondern sich sogar zeigt, dass in Folge der Unsicherheit der sechsstelligen Rechnung die Darstellung des mittleren Ortes in der ersten Hypothese genauer ist, als in der zweiten.

## II. Abtheilung.

### Bahnbestimmung aus vier Beobachtungen.

#### 1. Aufstellung der Gleichungen zur Bestimmung der geocentrischen Distanzen.

Es treten, wie dies oben (pag. 366 ff) dargethan wurde, nicht selten Fälle ein, welche die Bahnbestimmung aus drei Orten gar nicht, oder nicht mit der wünschenswerthen Genauigkeit durchzuführen gestatten. Im Allgemeinen wird eine geänderte Auswahl der Beobachtungen diesen Nachtheil beseitigen; wenn jedoch die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik sehr klein ist, so dass die geocentrischen Breiten sich der Null nähern, so wird eine Bahnbestimmung aus drei Orten unter keinen Umständen mit Sicherheit möglich sein. Es ist deshalb nothwendig, zu einer Methode überzugehen, die auch in einem solchen Falle ohne Schwierigkeit auf eine sichere Bahnbestimmung führt; zu dem Ende müssen der Rechnung vier Beobachtungen zu Grunde gelegt werden; da diese aber acht Bestimmungsstücke geben, während nur sechs Elemente zu ermitteln sind, so wird man zwei Beobachtungen als unvollständig in das Problem einzuführen haben. Der Genauigkeit der Bahnbestimmung wegen sind hierzu die beiden mittleren Beobachtungen zu wählen und es sollen für dieselben, wie dies ähnlich beim Kometenproblem (vergl. pag. 275) geschehen ist, grösste Kreise substituirt werden, welche die Eigenschaft haben, dass sie durch die beiden mittleren beobachteten Orte des Himmelskörpers hindurchgehen.

Bezeichnet man die vier Beobachtungszeiten mit  $t_1, t_{\parallel}, t_{\parallel}^0, t_m$ , die Längen mit  $\lambda_1, \lambda_{\parallel}, \lambda_{\parallel}^0, \lambda_m$  und die Breiten mit  $\beta_1, \beta_{\parallel}, \beta_{\parallel}^0, \beta_m$ , ferner mit  $\Pi$  und  $\Pi^0$  die aufsteigenden Knoten dieser Kreise in der Ekliptik, mit  $J$  und  $J^0$  deren Neigungen, so sind die Bedingungen, denen die letzteren Grössen genügen müssen, dargestellt durch:

$$\left. \begin{array}{l} \operatorname{tg} J \sin(\lambda_{\parallel} - \Pi) = \operatorname{tg} \beta_{\parallel} \\ \operatorname{tg} J^0 \sin(\lambda_{\parallel} - \Pi^0) = \operatorname{tg} \beta_{\parallel}^0. \end{array} \right\} 1)$$

Unterscheidet man durch analoge Accente die zu den Beobachtungen gehörigen Sonnenlängen, -Breiten und -Entfernungen, so werden sich die Gleichungen 8) (pag. 272), wenn man in denselben einmal alle Längen vom Punkte  $\Pi$ , das andre-mal vom Punkte  $\Pi^o$  zählt, in folgender Weise schreiben lassen:

$$\left. \begin{aligned}
 & \frac{[r_{\text{II}}, r_{\text{III}}]}{[r, r_{\text{III}}]} \{q, \cos(\lambda_{\text{II}} - \Pi) \cos \beta_{\text{II}} - R, \cos(L_{\text{II}} - \Pi)\} + \\
 & + \frac{[r, r_{\text{III}}]}{[r, r_{\text{III}}]} \{q_{\text{III}} \cos(\lambda_{\text{III}} - \Pi) \cos \beta_{\text{III}} - R_{\text{III}} \cos(L_{\text{III}} - \Pi)\} = \\
 & = q_{\text{II}} \cos(\lambda_{\text{II}} - \Pi) \cos \beta_{\text{II}} - R_{\text{II}} \cos(L_{\text{II}} - \Pi) \\
 & \frac{[r_{\text{II}}, r_{\text{III}}]}{[r, r_{\text{III}}]} \{q, \sin(\lambda_{\text{II}} - \Pi) \cos \beta_{\text{II}} - R, \sin(L_{\text{II}} - \Pi)\} + \\
 & + \frac{[r, r_{\text{III}}]}{[r, r_{\text{III}}]} \{q_{\text{III}} \sin(\lambda_{\text{III}} - \Pi) \cos \beta_{\text{III}} - R_{\text{III}} \sin(L_{\text{III}} - \Pi)\} = \\
 & = q_{\text{II}} \sin(\lambda_{\text{II}} - \Pi) \cos \beta_{\text{II}} - R_{\text{II}} \sin(L_{\text{II}} - \Pi) \\
 & \frac{[r_{\text{II}}, r_{\text{III}}]}{[r, r_{\text{III}}]} \{q, \sin \beta_{\text{II}} - R, B, \text{arc } 1''\} + \\
 & + \frac{[r, r_{\text{III}}]}{[r, r_{\text{III}}]} \{q_{\text{III}} \sin \beta_{\text{III}} - R_{\text{III}} B_{\text{III}} \text{arc } 1''\} = \\
 & = q_{\text{II}} \sin \beta_{\text{II}} - R_{\text{II}} B_{\text{II}} \text{arc } 1''
 \end{aligned} \right\} 2)$$
  

$$\left. \begin{aligned}
 & \frac{[r_{\text{II}}^o, r_{\text{III}}^o]}{[r, r_{\text{III}}^o]} \{q, \cos(\lambda_{\text{II}}^o - \Pi^o) \cos \beta_{\text{II}}^o - R, \cos(L_{\text{II}}^o - \Pi^o)\} + \\
 & + \frac{[r, r_{\text{III}}^o]}{[r, r_{\text{III}}^o]} \{q_{\text{III}}^o \cos(\lambda_{\text{III}}^o - \Pi^o) \cos \beta_{\text{III}}^o - R_{\text{III}}^o \cos(L_{\text{III}}^o - \Pi^o)\} = \\
 & = q_{\text{II}}^o \cos(\lambda_{\text{II}}^o - \Pi^o) \cos \beta_{\text{II}}^o - R_{\text{II}}^o \cos(L_{\text{II}}^o - \Pi^o) \\
 & \frac{[r_{\text{II}}^o, r_{\text{III}}^o]}{[r, r_{\text{III}}^o]} \{q, \sin(\lambda_{\text{II}}^o - \Pi^o) \cos \beta_{\text{II}}^o - R, \sin(L_{\text{II}}^o - \Pi^o)\} + \\
 & + \frac{[r, r_{\text{III}}^o]}{[r, r_{\text{III}}^o]} \{q_{\text{III}}^o \sin(\lambda_{\text{III}}^o - \Pi^o) \cos \beta_{\text{III}}^o - R_{\text{III}}^o \sin(L_{\text{III}}^o - \Pi^o)\} = \\
 & = q_{\text{II}}^o \sin(\lambda_{\text{II}}^o - \Pi^o) \cos \beta_{\text{II}}^o - R_{\text{II}}^o \sin(L_{\text{II}}^o - \Pi^o) \\
 & \frac{[r_{\text{II}}^o, r_{\text{III}}^o]}{[r, r_{\text{III}}^o]} \{q, \sin \beta_{\text{II}}^o - R, B, \text{arc } 1''\} + \\
 & + \frac{[r, r_{\text{III}}^o]}{[r, r_{\text{III}}^o]} \{q_{\text{III}}^o \sin \beta_{\text{III}}^o - R_{\text{III}}^o B_{\text{III}} \text{arc } 1''\} = \\
 & = q_{\text{II}}^o \sin \beta_{\text{II}}^o - R_{\text{II}}^o B_{\text{II}}^o \text{arc } 1''.
 \end{aligned} \right\} 3)$$

Setzt man nun:

$$\left. \begin{aligned}
 \cos(\lambda_{\text{II}} - \Pi) \cos \beta_{\text{II}} &= \cos u & , & & \cos(\lambda_{\text{II}}^o - \Pi^o) \cos \beta_{\text{II}}^o &= \cos u^o \\
 \sin(\lambda_{\text{II}} - \Pi) \cos \beta_{\text{II}} &= \sin u \cos J & , & & \sin(\lambda_{\text{II}}^o - \Pi^o) \cos \beta_{\text{II}}^o &= \sin u^o \cos J^o \\
 \sin \beta_{\text{II}} &= \sin u \sin J & , & & \sin \beta_{\text{II}}^o &= \sin u^o \sin J^o,
 \end{aligned} \right\} 4)$$

so werden  $u$  und  $u^o$  in diesen Relationen völlig willkürliche Winkel sein, sofern man nur  $J$  und  $J^o$  entsprechend den Gleichungen 1) aus den Werthen  $\Pi$  und  $\Pi^o$  bestimmt. Denkt man sich die aus 4) resultirenden Werthe in die Gleichungen 2) und 3) eingeführt, so wird man in 2) das Product der zweiten Gleichung in  $\sin J$  zum Producte der dritten Gleichung in  $\cos J$  zu addiren haben, um sofort den willkürlichen Winkel  $u$  zu eliminiren; in analoger Weise wird man aus den beiden letzten Gleichungen in 3) den willkürlichen Winkel  $u^o$  zu eliminiren im Stande sein, und man erhält sonach zwei Relationen zwischen  $q$ , und  $q_{\text{III}}$  von der Gestalt:



$$\left. \begin{aligned} -\varrho, \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \mathcal{J}_, + \varrho_m \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \mathcal{J}_m &= \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} \odot, - \odot_n + \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} \odot_m \\ -\varrho, \frac{[r_n^0 r_m]}{[r, r_m]} \mathcal{J}_,^0 + \varrho_m \frac{[r, r_n^0]}{[r, r_m]} \mathcal{J}_m^0 &= \frac{[r_n^0 r_m]}{[r, r_m]} \odot,^0 - \odot_n^0 + \frac{[r, r_n^0]}{[r, r_m]} \odot_m^0 \end{aligned} \right\} 5)$$

in welchen Relationen zur Abkürzung:

$$\left. \begin{aligned} \odot, &= R, \{ \sin (L, - II) \sin J - B, \text{arc } 1'' \cos J \} \\ \odot_n &= R_n \{ \sin (L_n - II) \sin J - B_n \text{arc } 1'' \cos J \} \\ \odot_m &= R_m \{ \sin (L_m - II) \sin J - B_m \text{arc } 1'' \cos J \} \\ \odot,^0 &= R, \{ \sin (L, - II^0) \sin J^0 - B, \text{arc } 1'' \cos J^0 \} \\ \odot_n^0 &= R_n^0 \{ \sin (L_n^0 - II^0) \sin J^0 - B_n^0 \text{arc } 1'' \cos J^0 \} \\ \odot_m^0 &= R_m^0 \{ \sin (L_m - II^0) \sin J^0 - B_m \text{arc } 1'' \cos J^0 \} \\ \mathcal{J}_, &= \sin \beta, \cos J - \sin (\lambda, - II) \cos \beta, \sin J \\ \mathcal{J}_m &= \sin (\lambda_m - II) \cos \beta_m \sin J - \sin \beta_m \cos J \\ \mathcal{J}_,^0 &= \sin \beta, \cos J^0 - \sin (\lambda, - II^0) \cos \beta, \sin J^0 \\ \mathcal{J}_m^0 &= \sin (\lambda_m - II^0) \cos \beta_m \sin J^0 - \sin \beta_m \cos J^0, \end{aligned} \right\} 6)$$

gesetzt wurde. Ermittelt man aus den Gleichungen 5) einmal  $\varrho,$ , das andermal  $\varrho_m$ , so erhält man zur Bestimmung der geocentrischen Distanzen die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \varrho, &= \frac{\frac{[r_n^0 r_m]}{[r, r_n^0]} \odot,^0 - \frac{[r, r_m]}{[r, r_n^0]} \odot_m^0 + \frac{\odot_n^0}{\mathcal{J}_m^0} - \frac{[r_n r_m]}{[r, r_n]} \odot, + \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} \odot_n - \frac{\odot_m}{\mathcal{J}_m}}{\frac{[r_n r_m]}{[r, r_n]} \mathcal{J}_, - \frac{[r_n^0 r_m]}{[r, r_n^0]} \mathcal{J}_,^0} \\ \varrho_m &= \frac{\frac{\odot,}{\mathcal{J}_,} - \frac{[r, r_m]}{[r_n r_m]} \odot_n + \frac{[r, r_n]}{[r_n r_m]} \odot_m - \frac{\odot,^0}{\mathcal{J}_,^0} + \frac{[r, r_m]}{[r_n^0 r_m]} \odot_n^0 - \frac{[r, r_n^0]}{[r_n^0 r_m]} \odot_m^0}{\frac{[r, r_n]}{[r_n r_m]} \mathcal{J}_, - \frac{[r, r_n^0]}{[r_n^0 r_m]} \mathcal{J}_,^0} \end{aligned} \right\} 7)$$

Die für die geocentrischen Distanzen erhaltenen Ausdrücke lehren sofort, mit welcher Genauigkeit die Verhältnisse der Dreiecksflächen substituiert werden müssen, um eine hinreichende Convergenz zu gewähren. Denkt man sich die Symbole  $\mathcal{J}_,$ ,  $\mathcal{J}_m$ ,  $\mathcal{J}_,^0$ ,  $\mathcal{J}_m^0$  nach Potenzen der Zwischenzeiten entwickelt, so werden sich für dieselben Reihen von der Form:

$$\begin{aligned} \mathcal{J}_, &= \alpha (\tau_m - \beta \tau_m^2 + \dots) \\ \mathcal{J}_m &= \alpha (\tau, + \beta \tau,^2 + \dots) \\ \mathcal{J}_,^0 &= \alpha^0 (\tau_m^0 - \beta^0 \tau_m^{02} + \dots) \\ \mathcal{J}_m^0 &= \alpha^0 (\tau,^0 + \beta^0 \tau,^{02} + \dots), \end{aligned}$$

aufstellen lassen. Die Berechtigung dieser Formen leitet man leicht aus dem Umstande ab, dass die ersten beiden Symbole die Sinus der sphärischen Perpendikel aus den äusseren Beobachtungen auf den durch die zweite, die letzteren beiden Symbole aber die Sinus der Perpendikel von denselben Punkten auf den durch die dritte Beobachtung gelegten grössten Kreis darstellen; es ist sonach:

$$\frac{\mathcal{J}_,}{\mathcal{J}_m} = \frac{\tau_m}{\tau,} \frac{1 - \beta \tau_m + \dots}{1 + \beta \tau, + \dots}, \quad \frac{\mathcal{J}_,^0}{\mathcal{J}_m^0} = \frac{\tau_m^0}{\tau,^0} \frac{1 - \beta^0 \tau_m^0 + \dots}{1 + \beta^0 \tau,^0 + \dots}.$$

Der Nenner des ersten Ausdruckes in 7) wird demnach, wenn man überdies für die Verhältnisse der Dreiecksflächen die Reihen nach 22) (pag. 100) substituirt, und die mit den Quadraten von  $\tau$  multiplicirten Glieder fortlässt:

$$(\beta^0 - \beta) \tau'';$$

$\beta^0$  und  $\beta$  werden im Allgemeinen nullter Ordnung, ihr Unterschied wird jedoch offenbar von der Ordnung der Zwischenzeit sein; denn denkt man sich für einen Augenblick die beiden mittleren Beobachtungen der Zeit nach unendlich nahe liegend, so wird nothwendig  $\beta^0 = \beta$ . Man kann somit die Behauptung aufstellen, dass das Anfangsglied der Entwicklung im Nenner mindestens zweiter Ordnung in Bezug auf die Zwischenzeiten sei, obwohl dasselbe für die kleinen Planeten wesentlich grösser sein wird, als die übrigen oben vernachlässigten Glieder zweiter Ordnung, welche mit den negativen dritten Potenzen der Rad;envectoren verbunden erscheinen. Ein ganz ähnliches Resultat würde erhalten werden, wenn man den Nenner des zweiten Ausdruckes in 7) in derselben Weise behandeln würde. Die Glieder im Zähler beider Ausdrücke in 7) stellen selbst gebrochene Functionen dar, in deren Nenner stets  $\phi$ -Symbole auftreten, welche nothwendig erster Ordnung sind; soll daher durch die zu entwickelnde Methode eine theoretisch genügende Convergenz erreicht werden, so müssen in den Verhältnissen der Dreiecksflächen die Glieder dritter Ordnung mitgenommen werden. Es ist sonach unter sonst gleichen Umständen die Convergenz der Methode der Bahnbestimmung aus vier Orten um eine Ordnung geringer, als bei jener aus drei Orten. Diese Behauptung steht scheinbar im Widerspruch mit der Thatsache, dass Gauss' Methode, die doch nur Glieder zweiter Ordnung in den Verhältnissen der Dreiecksflächen mitnimmt, zum Ziele führt; man darf aber hierbei nicht vergessen, dass Gauss selbst vorerst als Erfordernis seiner Methode hinstellt, die Excentricität der Bahn sei eine mässige (si modo distantiae a sole non nimis inaequales fuerint, cap. 166 der theoria motus). Nun sind die Glieder dritter Ordnung in den Verhältnissen der Dreiecksflächen mit dem Factor  $\frac{dr}{dr}$  multiplicirt, somit von der Ordnung der Excentricität, verschwinden also für die Kreisbahnen und werden in der Anwendung auf kleine Planeten numerisch sehr klein; überdies nimmt Gauss, wie bekannt, die mittleren Beobachtungen als vollständig an, und räumt dadurch den vernachlässigten Gliedern dritter Ordnung nur einen sehr geringen Einfluss ein, der bei Gleichheit der Zwischenzeiten völlig verschwindet; weiter wird der Umstand, dass die Planetenbahnbestimmungen sich wohl meist auf Beobachtungen in der Nähe der Opposition gründen, bedingen, dass dann die  $\odot$ -Symbole, wenn man, wie dies Gauss thut, nur die vier Längen und die mittleren Breiten vollständig darstellt, als Grössen erster Ordnung betrachtet werden dürfen, in welchem Falle die Mitnahme der Glieder zweiter Ordnung in den Verhältnissen der Dreiecksflächen zur Erlangung einer genügenden Convergenz vollständig ausreicht. Man kann daher die Behauptung aufstellen, dass das Gauss'sche Verfahren der Bahnbestimmung aus vier Orten, auf kleine Planeten angewendet, unter allen Umständen eine rasche Convergenz

erzielen wird; die Bestimmung von Kometenbahnen jedoch, bezüglich welcher die hier erwähnten, die Convergenz begünstigenden Umstände meist völlig fehlen werden, wird diese vom theoretischen Standpunkte bisweilen geradezu in Frage gestellt sein.

Da demgemäss, wie bereits oben bemerkt wurde, die Convergenz der Bahnbestimmung aus vier Orten im Vergleiche zu jener aus drei Orten um eine Ordnung geringer ist, so wird man bestrebt sein müssen, diese Convergenz zu verstärken; soll nun auf die der Sicherheit der Bahnbestimmung förderliche, vollständige Darstellung der äusseren Beobachtungen nicht verzichtet werden, so bietet sich kein anderes Hilfsmittel dar, als in den Reihen für die Verhältnisse der Dreiecksflächen weitere Glieder mitzunehmen. Die vollständige Entwicklung der Glieder vierter Ordnung würde die Rechnung sehr weitläufig gestalten; man wird aber dieselben bei Planetenbahnen der Hauptsache nach berücksichtigen, wenn man nur diejenigen mitnimmt, welche die Excentricität als Factor nicht enthalten. Zu der Anwendung auf Kometenbahnen wird diese Annäherung allerdings nicht genügen, doch wird hier der Umstand, dass man die aus den parabolischen Elementen resultirenden Glieder höherer Ordnung als Näherungen betrachten kann, das Ziel rasch und sicher erreichen lassen; übrigens darf man nicht vergessen, dass die Mitnahme der Glieder vierter Ordnung nicht geboten ist, und dass man mit den Gliedern dritter Ordnung, welche die hier im Vorschlag gebrachte Methode streng berücksichtigt, ausreicht.

Die bisherigen Betrachtungen geben aber auch die Richtschnur, nach welcher die Gleichungen für die Bestimmung der geocentrischen Distanzen verwerthet werden können; bestimmt man nämlich aus jeder der Gleichungen 5) die Grösse  $q_m$ , so erhält man:

$$\left. \begin{aligned} q_m &= \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} \frac{\odot_r}{\odot_m} - \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} \frac{\odot_n}{\odot_m} + \frac{\odot_m}{\odot_m} + \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} \frac{\odot_r}{\odot_m} q, \\ q_m &= \frac{[r'', r_m]}{[r, r_n]} \frac{\odot_r^0}{\odot_m^0} - \frac{[r, r_m]}{[r, r_n]} \frac{\odot_n^0}{\odot_m^0} + \frac{\odot_m^0}{\odot_m^0} + \frac{[r'', r_m]}{[r, r_n]} \frac{\odot_r^0}{\odot_m^0} q, \end{aligned} \right\} \quad 8)$$

in welchen Ausdrücken die Nenner der einzelnen Coëfficienten nur Grössen erster Ordnung enthalten; es lässt sich daher die Relation zwischen  $q_m$  und  $q$ , im Allgemeinen um zwei Ordnungen genauer bestimmen als die geocentrische Distanz selbst, weshalb man gut thun wird, den Gleichungen eine solche Gestalt zu geben, dass diese verhältnismässig genau zu bestimmende Relation benützt wird.

Den Gleichungen 8) kann mit Benützung der Ausdrücke 25) (pag. 101) die folgende Form ertheilt werden:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{1}{(r, + r_m)^3} \\ q_m &= \frac{r_r}{r_m} \frac{\odot_r}{\odot_m} - \frac{r_n}{r_m} \frac{\odot_n}{\odot_m} + \frac{\odot_m}{\odot_m} + \frac{r_r}{r_m} \frac{\odot_r}{\odot_m} q, + \\ &\quad + \left\{ \frac{r_r}{r_m} \frac{\odot_r}{\odot_m} \psi_m' - \frac{r_n}{r_m} \frac{\odot_n}{\odot_m} \psi_m' \right\} x + \frac{r_r}{r_m} \frac{\odot_r}{\odot_m} \psi_m' x q, \\ q_m &= \frac{r_r^0}{r_m^0} \frac{\odot_r^0}{\odot_m^0} - \frac{r_n^0}{r_m^0} \frac{\odot_n^0}{\odot_m^0} + \frac{\odot_m^0}{\odot_m^0} + \frac{r_r^0}{r_m^0} \frac{\odot_r^0}{\odot_m^0} q, \\ &\quad + \left\{ \frac{r_r^0}{r_m^0} \frac{\odot_r^0}{\odot_m^0} \psi_m^{0'} - \frac{r_n^0}{r_m^0} \frac{\odot_n^0}{\odot_m^0} \psi_m^{0'} \right\} x + \frac{r_r^0}{r_m^0} \frac{\odot_r^0}{\odot_m^0} \psi_m^{0'} x q; \end{aligned} \right\} \quad 9)$$

setzt man abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{r_1}{r_{11}} \frac{\odot_1}{\odot_{11}} - \frac{r_{11}}{r_{11}} \frac{\odot_{11}}{\odot_{11}} + \frac{\odot_{11}}{\odot_{11}} & \alpha_0 &= \frac{r_1^0}{r_{11}^0} \frac{\odot_1^0}{\odot_{11}^0} - \frac{r_{11}}{r_{11}^0} \frac{\odot_{11}^0}{\odot_{11}^0} + \frac{\odot_{11}^0}{\odot_{11}^0} \\ \beta &= \frac{r_1}{r_{11}} \frac{\odot_1}{\odot_{11}} \Psi_{11} - \frac{r_{11}}{r_{11}} \frac{\odot_{11}}{\odot_{11}} \Psi_{11} & \beta_0 &= \frac{r_1^0}{r_{11}^0} \frac{\odot_1^0}{\odot_{11}^0} \Psi_{11}^0 - \frac{r_{11}}{r_{11}^0} \frac{\odot_{11}^0}{\odot_{11}^0} \Psi_{11}^0 \\ \delta &= \frac{r_1}{r_{11}} \frac{\odot_1}{\odot_{11}} & \delta_0 &= \frac{r_1^0}{r_{11}^0} \frac{\odot_1^0}{\odot_{11}^0} \\ \varepsilon &= \frac{r_1}{r_{11}} \frac{\odot_1}{\odot_{11}} \Psi_{11}' & \varepsilon_0 &= \frac{r_1^0}{r_{11}^0} \frac{\odot_1^0}{\odot_{11}^0} \Psi_{11}^0' \end{aligned} \right\} \quad 10)$$

so wird:

$$\begin{aligned} \varrho_{11} &= \alpha + \beta x + (\delta + \varepsilon x) \varrho, \\ \varrho_{11} &= \alpha_0 + \beta_0 x + (\delta_0 + \varepsilon_0 x) \varrho, \end{aligned}$$

und die Subtraction und Addition dieser beiden Gleichungen ergibt:

$$\left. \begin{aligned} \varrho_1 &= \frac{(\alpha - \alpha_0) + (\beta - \beta_0) x}{(\delta_0 - \delta) + (\varepsilon_0 - \varepsilon) x} \\ \varrho_{11} &= \frac{1}{2} (\alpha + \alpha_0) + \frac{1}{2} (\beta + \beta_0) x + \left\{ \frac{1}{2} (\delta + \delta_0) + \frac{1}{2} (\varepsilon + \varepsilon_0) x \right\} \varrho; \end{aligned} \right\} \quad 11)$$

$\alpha$ ,  $\alpha_0$ ,  $\delta$  und  $\delta_0$  sind Constanten, so lange nichts an den Zwischenzeiten geändert wird;  $\beta$ ,  $\beta_0$ ,  $\varepsilon$  und  $\varepsilon_0$  werden aber, da die  $\Psi$ -Symbole von den Gliedern dritter und höherer Ordnung beeinflusst werden, variabel sein. Es sollen nun jene Näherungen für die  $\Psi$ -Symbole eingeführt werden, welche aus den Zwischenzeiten und den Radienvectoren  $r$ , und  $r_{11}$  erhalten werden können. Vorerst werden jene Transformationen vorgenommen werden, welche sich für die Anwendung der Formeln auf Planetenbahnen empfehlen, wobei den oben gemachten Bemerkungen gemäss, die von der Excentricität unabhängigen Glieder vierter Ordnung berücksichtigt werden sollen.

Die Gleichungen 18) (pag. 99) ergeben, wenn man eine Kreisbahn voraussetzt ( $\frac{dr_{11}}{dt} = 0$ ,  $\frac{d^2 r_{11}}{dt^2} = 0$ ), mit Rücksicht auf 16) (pag. 98):

$$\begin{aligned} [r, r_{11}] &= r_{11} \sqrt{p} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{r_{11}^2}{r_{11}^3} + \frac{1}{120} \frac{r_{11}^4}{r_{11}^6} - \dots \right\} \\ [r_{11} r_{11}] &= r_{11} \sqrt{p} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{r_{11}^2}{r_{11}^3} + \frac{1}{120} \frac{r_{11}^4}{r_{11}^6} - \dots \right\} \\ [r, r_{11}] &= r_{11} \sqrt{p} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{r_{11}^2}{r_{11}^3} + \frac{1}{120} \frac{r_{11}^4}{r_{11}^6} - \dots \right\}; \end{aligned}$$

setzt man noch:

$$r_{11} = \frac{1}{2} (r_1 + r_{11}),$$

so sind die in Betracht kommenden Glieder vierter Ordnung:

$$\left. \begin{aligned} \text{in } \frac{[r_{11} r_{11}]}{[r, r_{11}]} &+ \frac{8}{45 (r_1 + r_{11})^6} \left\{ 3 r_1^4 - 10 r_1^2 r_{11}^2 + 7 r_{11}^4 \right\} \\ \text{,, } \frac{[r_{11} r_{11}]}{[r, r_{11}]} &+ \frac{8}{45 (r_1 + r_{11})^6} \left\{ 3 r_{11}^4 - 10 r_{11}^2 r_{11}^2 + 7 r_{11}^4 \right\} \\ \text{,, } \frac{[r_{11}^0 r_{11}]}{[r_1, r_{11}^0]} &+ \frac{8}{45 (r_1 + r_{11})^6} \left\{ 3 r_1^0{}^4 - 10 r_1^0{}^2 r_{11}^0{}^2 + 7 r_{11}^0{}^4 \right\} \\ \text{,, } \frac{[r_1 r_{11}]}{[r_1, r_{11}^0]} &+ \frac{8}{45 (r_1 + r_{11})^6} \left\{ 3 r_{11}^4 - 10 r_{11}^2 r_{11}^0{}^2 + 7 r_{11}^0{}^4 \right\}; \end{aligned} \right\} \quad 12)$$

es kann somit geschrieben werden:

$$\left. \begin{aligned} \Psi_m' &= \mu_m' + 4\tau_m y + \left(\frac{8}{15}\tau_m^2 + \frac{3}{10}\mu_m'\right)\mu_m' x + \gamma_m' \\ \Psi_m'' &= \mu_m'' + 4\frac{\tau_m \tau_m^2}{\tau_m} y + \left(\frac{8}{15}\tau_m^2 + \frac{3}{10}\mu_m''\right)\mu_m'' x + \gamma_m'' \\ \Psi_m^{o'} &= \mu_m^{o'} + 4\tau_m^o \tau_m^{o2} y + \left(\frac{8}{15}\tau_m^{o2} + \frac{3}{10}\mu_m^{o'}\right)\mu_m^{o'} x + \gamma_m^{o'} \\ \Psi_m^{o''} &= \mu_m^{o''} + 4\frac{\tau_m^o \tau_m^{o2}}{\tau_m} y + \left(\frac{8}{15}\tau_m^{o2} + \frac{3}{10}\mu_m^{o''}\right)\mu_m^{o''} x + \gamma_m^{o''} \end{aligned} \right\} 13)$$

in welchen Ausdrücken zur Abkürzung:

$$\left. \begin{aligned} \mu_m' &= -\frac{1}{3}(\tau_m^2 - \tau_m^2) & \mu_m^{o'} &= -\frac{1}{3}(\tau_m^{o2} - \tau_m^{o2}) \\ \mu_m'' &= -\frac{1}{3}(\tau_m^2 - \tau_m^2) & \mu_m^{o''} &= -\frac{1}{3}(\tau_m^2 - \tau_m^{o2}) \\ y &= \frac{\tau_m - \tau_m}{\tau_m + \tau_m} \end{aligned} \right\} 14)$$

gesetzt wurde; die  $\gamma$ -Symbole stellen die Reste der Reihen dar und können, sobald nach Abschluss der betreffenden Hypothese die verschiedenen  $\eta$  bekannt sind, mittelst der Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \gamma_m' &= \frac{(\eta_m - 1) - (\eta_m - 1)}{\eta_m x} - \mu_m' - 4\tau_m y - \left(\frac{8}{15}\tau_m^2 + \frac{3}{10}\mu_m'\right)\mu_m' x \\ \gamma_m'' &= \frac{(\eta_m - 1) - (\eta_m - 1)}{\eta_m x} - \mu_m'' - \frac{4\tau_m \tau_m^2}{\tau_m} y - \left(\frac{8}{15}\tau_m^2 + \frac{3}{10}\mu_m''\right)\mu_m'' x \\ \gamma_m^{o'} &= \frac{(\eta_m^o - 1) - (\eta_m^o - 1)}{\eta_m^o x} - \mu_m^{o'} - 4\tau_m^o \tau_m^{o2} y - \left(\frac{8}{15}\tau_m^{o2} + \frac{3}{10}\mu_m^{o'}\right)\mu_m^{o'} x \\ \gamma_m^{o''} &= \frac{(\eta_m^o - 1) - (\eta_m^o - 1)}{\eta_m^o x} - \mu_m^{o''} - \frac{4\tau_m^o \tau_m^{o2}}{\tau_m} y - \left(\frac{8}{15}\tau_m^{o2} + \frac{3}{10}\mu_m^{o''}\right)\mu_m^{o''} x \end{aligned} \right\} 15)$$

berechnet und zur Bildung der folgenden Hypothese verwendet werden; hierbei sind für  $x$  und  $y$  die Werthe der eben beendeten Hypothese, die zur Ermittlung der verschiedenen Werthe  $\eta$  geführt haben, zu verwenden; in der ersten Hypothese wird man die  $\gamma$ -Größen, wenn für dieselben sonst keine Näherungen bekannt sind, der Null gleich annehmen.

Setzt man daher:

$$\left. \begin{aligned} I &= \alpha - \alpha_0 & III &= \beta^{(1)} + \beta^{(2)}y + \beta^{(3)}x + \beta^{(4)} \\ II &= \delta_0 - \delta & IV &= \varepsilon^{(1)} + \varepsilon^{(2)}y + \varepsilon^{(3)}x + \varepsilon^{(4)} \\ V &= \frac{1}{2}(\alpha + \alpha_0) & VI &= B^{(1)} + B^{(2)}y + B^{(3)}x + B^{(4)} \\ VII &= \frac{1}{2}(\delta_0 + \delta) & VIII &= E^{(1)} + E^{(2)}y + E^{(3)}x + E^{(4)} \end{aligned} \right\} 16)$$

und gibt den Gleichungen 11) (pag. 418) die Gestalt:

$$\left. \begin{aligned} \varrho_1 &= \frac{I + IIIx}{II + IVx} \\ \varrho_m &= V + VIx + (VII + VIIIx)\varrho_1 \end{aligned} \right\} 17)$$

so werden die in 16) eingeführten Symbole die folgende Bedeutung haben:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{\tau_m}{\tau_m} \frac{\odot_m}{\odot_m} - \frac{\tau_m}{\tau_m} \frac{\odot_m}{\odot_m} + \frac{\odot_m}{\odot_m} & \alpha_0 &= \frac{\tau_m^o}{\tau_m^o} \frac{\odot_m^o}{\odot_m^o} - \frac{\tau_m^o}{\tau_m^o} \frac{\odot_m^o}{\odot_m^o} + \frac{\odot_m^o}{\odot_m^o} \\ \delta &= \frac{\tau_m}{\tau_m} \frac{\odot_m}{\odot_m} & \delta_0 &= \frac{\tau_m^o}{\tau_m^o} \frac{\odot_m^o}{\odot_m^o} \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{array}{ll}
 \beta^{(1)} = x, - x,^o & , \quad \varepsilon^{(1)} = \sigma,^o - \sigma, \\
 \beta^{(2)} = v, - v,^o & , \quad \varepsilon^{(2)} = v,^o - v, \\
 \beta^{(3)} = \pi, - \pi,^o & , \quad \varepsilon^{(3)} = \chi,^o - \chi, \\
 \beta^{(4)} = \varphi, - \varphi,^o & , \quad \varepsilon^{(4)} = \omega,^o - \omega, \\
 B^{(1)} = \frac{1}{2}(x, + x,^o) & , \quad E^{(1)} = \frac{1}{2}(\sigma,^o + \sigma,) \\
 B^{(2)} = \frac{1}{2}(v, + v,^o) & , \quad E^{(2)} = \frac{1}{2}(v,^o + v,) \\
 B^{(3)} = \frac{1}{2}(\pi, + \pi,^o) & , \quad E^{(3)} = \frac{1}{2}(\chi,^o + \chi,) \\
 B^{(4)} = \frac{1}{2}(\varphi, + \varphi,^o) & , \quad E^{(4)} = \frac{1}{2}(\omega,^o + \omega,)
 \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \beta^{(1)} \\ \beta^{(2)} \\ \beta^{(3)} \\ \beta^{(4)} \\ B^{(1)} \\ B^{(2)} \\ B^{(3)} \\ B^{(4)} \end{array}} \right\} 18a)$$

wobei die Grössen:

$$\begin{array}{ll}
 x, = \frac{\tau,}{\tau_m} \frac{\odot,}{\odot_m} \mu_m' - \frac{\tau_n}{\tau_m} \frac{\odot_n}{\odot_m} \mu_m'' & , \quad x,^o = \frac{\tau,^o}{\tau_m^o} \frac{\odot,^o}{\odot_m^o} \mu_m'^o - \frac{\tau_n}{\tau_m} \frac{\odot_n^o}{\odot_m^o} \mu_m''^o \\
 v, = 4 \tau,^2 \frac{\odot,}{\odot_m} - 4 \tau, \tau_m \frac{\odot_n}{\odot_m} & , \quad v,^o = 4 \tau,^o{}^2 \frac{\odot,^o}{\odot_m^o} - 4 \tau,^o \tau_m^o \frac{\odot_n^o}{\odot_m^o} \\
 \pi, = \frac{\tau,}{\tau_m} \frac{\odot,}{\odot_m} \mu_m' (\frac{8}{15} \tau_m^2 + \frac{3}{10} \mu_m') - \frac{\tau_n}{\tau_m} \frac{\odot_n}{\odot_m} \mu_m'' (\frac{8}{15} \tau_m^2 + \frac{3}{10} \mu_m'') & \\
 \pi,^o = \frac{\tau,^o}{\tau_m^o} \frac{\odot,^o}{\odot_m^o} \mu_m'^o (\frac{8}{15} \tau_m^{o2} + \frac{3}{10} \mu_m'^o) - \frac{\tau_n}{\tau_m^o} \frac{\odot_n^o}{\odot_m^o} \mu_m''^o (\frac{8}{15} \tau_m^{o2} + \frac{3}{10} \mu_m''^o) & \\
 \sigma, = \frac{\tau,}{\tau_m} \frac{\odot,}{\odot_m} \mu_m' & , \quad \sigma,^o = \frac{\tau,^o}{\tau_m^o} \frac{\odot,^o}{\odot_m^o} \mu_m'^o \\
 v, = 4 \tau,^2 \frac{\odot,}{\odot_m} & , \quad v,^o = 4 \tau,^o{}^2 \frac{\odot,^o}{\odot_m^o} \\
 \chi, = \frac{\tau,}{\tau_m} \frac{\odot,}{\odot_m} \mu_m' (\frac{8}{15} \tau_m^2 + \frac{3}{10} \mu_m') & , \quad \chi,^o = \frac{\tau,^o}{\tau_m^o} \frac{\odot,^o}{\odot_m^o} \mu_m'^o (\frac{8}{15} \tau_m^{o2} + \frac{3}{10} \mu_m'^o) \\
 \varphi, = \frac{\tau,}{\tau_m} \frac{\odot,}{\odot_m} \gamma_m' - \frac{\tau_n}{\tau_m} \frac{\odot_n}{\odot_m} \gamma_m'' & , \quad \varphi,^o = \frac{\tau,^o}{\tau_m^o} \frac{\odot,^o}{\odot_m^o} \gamma_m'^o - \frac{\tau_n}{\tau_m^o} \frac{\odot_n^o}{\odot_m^o} \gamma_m''^o \\
 \omega, = \frac{\tau,}{\tau_m} \frac{\odot,}{\odot_m} \gamma_m' & , \quad \omega,^o = \frac{\tau,^o}{\tau_m^o} \frac{\odot,^o}{\odot_m^o} \gamma_m'^o
 \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} x, \\ v, \\ \pi, \\ \pi,^o \\ \sigma, \\ v, \\ \chi, \\ \varphi, \\ \omega, \end{array}} \right\} 18b)$$

abkürzungsweise eingeführt sind.

In der Anwendung auf Kometenbahnen werden die vorstehenden Formeln einige geringe Modificationen erfahren, indem man nämlich die Grössen  $\beta^{(3)}$ ,  $\varepsilon^{(3)}$ ,  $B^{(3)}$ ,  $E^{(3)}$ , ferner in den Formeln 13) (pag. 419) die dritten Glieder rechts vom Gleichheitszeichen, und in den Formeln 15) (pag. 419) die vierten Glieder der Null gleichzusetzen und in der ersten Hypothese sofort  $\gamma$ -Werthe nach 15) einzuführen hat, die den stets vorhandenen parabolischen Elementen entlehnt werden können. Es dürfte überflüssig sein, hier eine Zusammenstellung der diesbezüglichen Formeln vorzunehmen, da dieselben im Anhang Aufnahme gefunden haben.

## 2. Bestimmung der geocentrischen Distanzen.

Die im vorangehenden Kapitel aufgestellten Gleichungen zwischen  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  einerseits und  $x$ ,  $y$  andererseits, welch letztere Grössen einfache Functionen von  $r$ , und  $r_m$  darstellen, werden in Verbindung mit der durch die äusseren Beobachtungen gegebenen Relation zwischen denselben Grössen eine versuchsweise Bestimmung der Unbekannten  $\varrho$ , und  $\varrho_m$  ermöglichen. Im Allgemeinen wird es sich bei der Bestimmung einer Planetenbahn empfehlen,  $x$  und  $y$  als Unbekannte anzusehen und im

ersten Versuche, wenn sonst keine Näherungen bekannt sind,  $x = 0.01$ ,  $y = 0$  zu setzen; hat man einmal bestimmte Annahmen über diese beiden Unbekannten gemacht, so wird die Durchrechnung nach den Formeln 16) und 17) (pag. 419) zugehörige Werthe von  $q$ , und  $q_m$  ergeben, aus welchen (vergl. 31) pag. 360) mit Benützung der folgenden Hilfswerthe:

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi &= \cos \beta \cos (\lambda - L) & \cos \psi_m &= \cos \beta_m \cos (\lambda_m - L_m) \\ \sin \psi \cos P &= \cos \beta \sin (\lambda - L) & \sin \psi_m \cos P_m &= \cos \beta_m \sin (\lambda_m - L_m) \\ \sin \psi \sin P &= \sin \beta - \cos \psi B \operatorname{arc} 1'' & \sin \psi_m \sin P_m &= \sin \beta_m - \cos \psi_m B_m \operatorname{arc} 1'' \\ N &= R \cos \psi & N_m &= R_m \cos \psi_m \\ D &= R \sin \psi & D_m &= R_m \sin \psi_m \end{aligned} \right\} 1)$$

leicht die Radienvectoren  $r$ , und  $r_m$  nach:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \theta &= \frac{q - N}{D} & \operatorname{tg} \theta_m &= \frac{q_m - N_m}{D_m} \\ r &= \frac{(q - N)}{\sin \theta} = \frac{D}{\cos \theta} & r_m &= \frac{(q_m - N_m)}{\sin \theta_m} = \frac{D_m}{\cos \theta_m} \end{aligned} \right\} 2a)$$

berechnet werden können. Dieselben führen vermöge der Relationen:

$$x = \frac{1}{(r_m + r)^3} \quad , \quad y = \frac{r_m - r}{r_m + r} \quad , \quad 2b)$$

auf durch  $x_e$  und  $y_e$  zu bezeichnende Endwerthe, welche mit den Anfangswerthen  $x_a$  und  $y_a$  nur dann stimmen werden, wenn für die letzteren Grössen die richtigen Annahmen gemacht wurden; die im Allgemeinen auftretenden Unterschiede wird man zur Einführung wesentlicher Verbesserungen der Anfangswerthe benützen, welche Verbesserungen nach den in 10) (pag. 371) angegebenen Formeln vorzunehmen sind. Die in dem vorliegenden Fall anzuwendenden Werthe für  $\alpha$ ,  $\alpha_m$ ,  $\beta$ , und  $\beta_m$  ergeben sich leicht aus der Differentiation der Gleichungen 16) und 17) (pag. 419); man findet nämlich, wenn man die mit  $x^2$  multiplicirten Glieder vernachlässigt:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{dq}{dx} = \frac{III - IVq}{II + IVx} \\ \beta &= \frac{dq}{dy} = \frac{\beta^{(2)} - \epsilon^{(2)}q}{II + IVx} x \\ \alpha_m &= \frac{dq_m}{dx} = VI + VIIq + (VII + VIIIx)\alpha \\ \beta_m &= \frac{dq_m}{dy} = (B^{(2)} + E^{(2)}q)x + (VII + VIIIx)\beta \end{aligned} \right\} 3)$$

welche Coëfficienten in 10) pag. 371) eingesetzt, zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten ergeben, deren Auflösung sofort die Verbesserungen für die ersten Annahmen über  $x$  und  $y$  mit um so grösserer Annäherung finden lässt, je mehr die hierbei vorausgesetzten linearen Verhältnisse zutreffen. Die Berechnung der Ausdrücke in 3) gestaltet sich thatsächlich sehr einfach, weil die daselbst auftretenden Coëfficienten schon im Verlaufe des vorangehenden Versuches erlangt wurden. Ist der heliocentrische Bogen sehr mässig, so wird man bei der Bestimmung von Planetenbahnen, ähnlich wie dies bei der Methode aus drei Orten geschehen ist [vergl. 12) pag. 371], die Formeln in der folgenden, wesentlich einfacheren Gestalt anwenden

dürfen:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{A}_1 &= \log x_e - \log x_a \\ \mathcal{A}_2 &= -\frac{3 \text{ Mod.}}{(r_e + r_m)^4} (\beta \sin \theta_e + \beta_m \sin \theta_m) (y_e - y_a) \\ \log (-3 \text{ Mod.}) &= 0_n 11491, \end{aligned} \right\} 4a)$$

woraus sich mit einer in den Betracht kommenden Fällen genügenden Annäherung ergibt:

$$\left. \begin{aligned} d \log x_a &= \frac{\mathcal{A}_1 + \mathcal{A}_2}{1 + \frac{3}{(r_e + r_m)^4} (\alpha \sin \theta_e + \alpha_m \sin \theta_m)} \\ dy_a &= y_e - y_a, \end{aligned} \right\} 4b)$$

hierbei wird zu setzen sein:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{III - IV q_e}{II + IV x} \\ \beta &= \frac{\beta^{(2)} - s^{(2)} q_e}{II + IV x} \\ \alpha_m &= VI + VIII q_e + (VII + VIII x) \alpha, \\ \beta_m &= B^{(2)} + E^{(2)} q_e + (VII + VIII x) \beta, \end{aligned} \right\} 4c)$$

in welchen Formeln die Grössen  $\beta$ , und  $\beta_m$  gegen die in 3) enthaltenen Ausdrücke eine etwas abgeänderte Bedeutung erhalten. Indessen wird bei der Methode der Bahnbestimmung aus vier Orten, in welcher die Glieder dritter Ordnung massgebend sind, die Verbindung der Formeln 3) (pag. 421) mit jenen in 10) (pag. 371) den Vorzug verdienen, weil dadurch die Bestimmung der beiden Unbekannten in wesentlich genauerer Weise möglich wird.

Will man die oben entwickelten Methoden auf die Bestimmung einer Kometenbahn anwenden, so wird man die Auflösung der Gleichungen mit Vortheil in veränderter Gestalt vornehmen. Es wird sich nämlich in diesen Fällen empfehlen, als Unbekannte  $q$ , und  $y$  in das Problem einzuführen und hierbei, wenn sonst keine Näherungen für diese Unbekannten vorhanden sind, im ersten Versuche jene Werthe anzunehmen, welche aus den parabolischen Elementen gefunden wurden. Die erste Gleichung in 17) (pag. 419) kann geschrieben werden:

$$x = \frac{II q_e - I}{III - IV q_e}, \quad 5)$$

woraus, sobald über  $q$ , und  $y$  bestimmte Annahmen gemacht sind, ein Werth für  $x$  resultirt, der in der zweiten Gleichung in 17) den zugehörigen Werth von  $q_m$  ergibt. Bezeichnet man den so erhaltenen Werth von  $x$  mit  $x_a$  und die Annahme über  $y$  mit  $y_a$ , so wird die Durchrechnung der Formeln 2a) und 2b) Endwerthe  $x_e$  und  $y_e$  für diese Grössen finden lassen, die im Allgemeinen mit den Anfangswerthen nicht stimmen; variirt man aber in entsprechendem Mass einmal  $q$ , das andermal  $y_a$  und benützt diese variirten Werthe bei zwei weiteren Versuchen, so werden sämtliche drei Versuche in bekannter Weise zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten liefern, welche letztere, wofern man mit den linearen Änderungen ausreicht, die Verbesserungen der ursprünglichen Annahmen für die Unbekannten ergeben, min-



destens aber zu neuen Näherungen führen, die in ähnlicher Weise weiter ausgenützt, bald die wahren Werthe der Unbekannten werden erlangen lassen.

Hat man — sei es für eine Planeten- oder Kometenbahn — durch eine der eben auseinandergesetzten Verfahrungsweisen die den Gleichungen entsprechenden Werthe von  $r$ ,  $r_m$ ,  $q$ , und  $q_m$  gefunden, und hält man die durch die vorgelegte Hypothese erhaltene Annäherung für ausreichend, so wird man in bekannter Weise aus  $q$ , und  $q_m$  die Elemente ableiten; glaubt man aber, um hinreichende Näherungen für die Elemente zu erhalten, weitere Hypothesen bilden zu müssen, so berechnet man zunächst (vergl. pag. 375 ff.) die für alle folgenden Hypothesen constanten Hilfwinkel nach:

$$\left. \begin{aligned} w \sin W &= \sin \frac{1}{2}(L_m - L) \sin \frac{1}{2}(P_m + P), & h \sin H &= \sin \frac{1}{2}(L_m - L) \cos \frac{1}{2}(P_m + P), \\ w \cos W &= \cos \frac{1}{2}(L_m - L) \sin \frac{1}{2}(P_m - P), & h \cos H &= \cos \frac{1}{2}(L_m - L) \cos \frac{1}{2}(P_m - P), \\ W' &= W - \frac{1}{2}(\psi_m + \psi), & H' &= H + \frac{1}{2}(\psi_m - \psi), \end{aligned} \right\} 6)$$

dann mit Hilfe der aus dem letzten Versuche sich ergebenden Werthe  $\theta$ , und  $\theta_m$ :

$$\left. \begin{aligned} \sin f_n^2 &= w^2 \cos \{W' + \frac{1}{2}(\theta + \theta_m)\}^2 + h^2 \sin \{H' + \frac{1}{2}(\theta - \theta_m)\}^2 \\ &+ \cos(\theta_m - \psi_m) \sin(\theta - \psi) \sin P_m B \operatorname{arc} 1'' + \cos(\theta - \psi) \sin(\theta_m - \psi_m) \sin P B \operatorname{arc} 1'', \end{aligned} \right\} 7)$$

und erhält den heliocentrischen Bogen  $2f_n$  zwischen dem ersten und letzten Ort. Nun berechnet man [vergl. 13) pag. 419]:

$$\left. \begin{aligned} \Psi_m' &= \mu_m' + 4 \tau_m y + (\frac{2}{15} \tau_m^2 + \frac{2}{15} \mu_m') \mu_m' x + \gamma_m' \\ \Psi_m'' &= \mu_m'' + 4 \frac{\tau_m^2}{\tau_n} y + (\frac{2}{15} \tau_m^2 + \frac{2}{15} \mu_m'') \mu_m'' x + \gamma_m'' \\ \Psi_m^{o'} &= \mu_m^{o'} + 4 \tau_m^o y + (\frac{2}{15} \tau_m^{o2} + \frac{2}{15} \mu_m^{o'}) \mu_m^{o'} x + \gamma_m^{o'} \\ \Psi_m^{o''} &= \mu_m^{o''} + 4 \frac{\tau_m^{o2}}{\tau_n} y + (\frac{2}{15} \tau_m^{o2} + \frac{2}{15} \mu_m^{o''}) \mu_m^{o''} x + \gamma_m^{o''}, \end{aligned} \right\} 8)$$

in welchen Formeln für die  $\gamma$ -Symbole jene Werthe zu wählen sind, welche in der betreffenden Hypothese Verwendung gefunden haben, also nach der ersten Hypothese der Nullwerth. Ferner ist hervorzuheben, dass die mit  $x$  multiplicirten Glieder, wenn man die vorstehende Methode auf die Bestimmung einer Kometenbahn anwendet, wegfallen (vergl. pag. 420). Mit Rücksicht auf die Bedeutung der  $\Psi$ -Symbole (vergl. pag. 100) wird man:

$$\left. \begin{aligned} \frac{[r_n r_m]}{[r, r_m]} &= n = \frac{\tau_n}{\tau_n} \frac{1 + x \Psi_m'}{1 + x \Psi_m''}, & \frac{[r_n^o r_m]}{[r, r_m]} &= n^o = \frac{\tau_n^o}{\tau_n} \frac{1 + x \Psi_m^{o'}}{1 + x \Psi_m^{o''}}, \\ \frac{[r, r_n]}{[r, r_m]} &= n_n = \frac{\tau_m}{\tau_n} \frac{1}{1 + x \Psi_m''}, & \frac{[r, r_n^o]}{[r, r_m]} &= n_n^o = \frac{\tau_m^o}{\tau_n} \frac{1}{1 + x \Psi_m^{o''}}, \end{aligned} \right\} 9)$$

setzen und mit diesen  $n$ -Werthen die Grössen  $r_n$ ,  $f$ ,  $f_m$ ,  $r_n^o$ ,  $f_i^o$  und  $f_m^o$  nach:

$$\left. \begin{aligned} r_n \sin 2f_m &= r_m n_n \sin 2f_n, & r_n^o \sin 2f_m^o &= r_m n_n^o \sin 2f_n \\ r_n \cos 2f_m &= r_n n + r_m n_n \cos 2f_n, & r_n^o \cos 2f_m^o &= r_n n^o + r_m n_n^o \cos 2f_n \\ r_n \sin 2f_i &= r_n n \sin 2f_n, & r_n^o \sin 2f_i^o &= r_n n^o \sin 2f_n \\ r_n \cos 2f_i &= r_m n_n + r_n n \cos 2f_n, & r_n^o \cos 2f_i^o &= r_m n_n^o + r_n n^o \cos 2f_n \end{aligned} \right\} 10)$$

Probe:  $2f_n = 2f_i + 2f_m = 2f_i^o + 2f_m^o$ ,

ermitteln. Die Berechnung der Werthe  $\eta$  [vergl. 26) pag. 89] wird nach den folgenden Formeln 11) geführt, in welchen man für jede der fünf in Betracht kommenden Combinationen die entsprechenden Werthe von  $\eta$ ,  $\tau$ ,  $f$ ,  $r$  und  $r'$  zu substituiren hat; in welcher Weise dies geschieht, zeigt das in 11) vorangestellte Schema:

|               |           |              |             |                |             |
|---------------|-----------|--------------|-------------|----------------|-------------|
| statt: $\eta$ | $\eta$    | $\eta_{III}$ | $\eta_I^0$  | $\eta_{III}^0$ | $\eta_{II}$ |
| „ $\tau$      | $\tau$    | $\tau_{III}$ | $\tau_I^0$  | $\tau_{III}^0$ | $\tau_{II}$ |
| „ $f$         | $f$       | $f_{III}$    | $f_I^0$     | $f_{III}^0$    | $f_{II}$    |
| „ $r$         | $r$       | $r_{III}$    | $r_I^0$     | $r_{III}^0$    | $r_{II}$    |
| „ $r'$        | $r_{III}$ | $r_{II}$     | $r_{III}^0$ | $r_{II}^0$     | $r_{III}$   |

$$\left. \begin{aligned} m &= \frac{\tau^2}{(2 \cos f \sqrt{r r'})^3}, & \operatorname{tg}(45^\circ + \omega) &= \sqrt{\frac{r'}{r}}, & l &= \frac{\sin \frac{1}{2} f^2 + \operatorname{tg} 2 \omega^2}{\cos f} \\ h &= \frac{m}{\frac{1}{2} + l + \frac{1}{2}}, & (\eta - 1) &= \frac{h}{\eta^2} (\eta + \frac{1}{2}), & w &= \frac{m}{\eta^2} - l. \end{aligned} \right\} \quad 11)$$

Nun berechnet man nach 15) (pag. 419) neue Werthe für die  $\gamma$ -Symbole, welche in den Formeln 16) und 17) nur die Grössen *III*, *IV*, *VI* und *VIII* verändern werden, mit diesen sind die Gleichungen 17) abermals durch Versuche aufzulösen. Das eben erörterte Verfahren ist solange fortzusetzen, bis die verschiedenen  $n$ -Werthe der Formeln 9) von Hypothese zu Hypothese keine Änderung erfahren.

Bei ersten Bahnbestimmungen können die Beobachtungen vor Beginn der Rechnung nicht für Planetenaberration corrigirt werden, da zu dieser Bestimmung die Kenntnis der geocentrischen Distanzen nöthig ist. Berücksichtigt man dieselbe im Verlaufe der Rechnung in ähnlicher Weise, wie dies oben (pag. 296) bei der ersten Bestimmung parabolischer Elemente geschehen ist, indem man sich  $\varrho$  nach Potenzen der Zeit entwickelt denkt, so werden die aus den ersten Potenzen der Zeiten entstehenden Correctionen in dem Verhältnisse der Zwischenzeiten verschwinden, in den Gliedern zweiter Ordnung wird das Product derselben in die Aberration auf so kleine Correctionen führen, dass deren Einfluss gegen die anderweitigen Unsicherheiten als verschwindend betrachtet werden darf; man wird demnach, wenn man in der ersten Bahnbestimmung bei der ersten Hypothese stehen bleibt, was bei der hohen Convergenz der hier in Vorschlag gebrachten Methode wohl meist stattfinden kann, die Aberrationszeit nur insoweit berücksichtigen, dass die Beobachtungszeiten der ersten und letzten Beobachtung vor der Ableitung der Elemente um die Beträge:

$$\left. \begin{aligned} & - (7.76128) \varrho, \\ & - (7.76128) \varrho_{III}, \end{aligned} \right\} \quad 12)$$

corrigirt werden; hierbei sind die angesetzten Coëfficienten logarithmisch zu verstehen und werden die Correctionen in Einheiten des mittleren Sonnentages erhalten. Bei der Darstellung der beiden mittleren Beobachtungen wird man in den vorliegenden Fällen für  $\varrho_{II}$  und  $\varrho_{II}^0$  mit genügender Genauigkeit:

$$\varrho_{II} = \varrho + (\varrho_{III} - \varrho) \frac{\tau_{III}}{\tau_{II}}, \quad \varrho_{II}^0 = \varrho + (\varrho_{III} - \varrho) \frac{\tau_{III}^0}{\tau_{II}^0}, \quad \left. \right\} \quad 13)$$

(vergl. 32) pag. 299] annehmen dürfen und danach die Beobachtungszeiten verbessern, bevor man aus den Elementen die geocentrischen Orte ableitet.

Will man aber auf die Zahlen der ersten Hypothese eine zweite aufbauen, so wird man die Zwischenzeiten und die damit im Zusammenhange stehenden Coëfficienten wegen der Planetenaberration verbessern und hierzu die Werthe  $\varrho''$  und  $\varrho''^o$  in strengerer Weise, als dies nach 13) geschieht, ermitteln. Man berechnet zunächst nach der bekannten Formel aus  $\varrho$ , und  $\varrho'''$  die heliocentrischen Coordinaten [vergl. Anhang III 11)], aus diesen die Elemente  $i$  und  $\Omega$  [Anhang III 12)] und die Argumente der Breite [Anhang III 13)] und erhält so  $2f'' = u''' - u''$ , welcher Werth überdies mit dem aus 7) (pag. 423) abgeleiteten übereinstimmen muss. Die Formeln 8), 9), 10) (pag. 423) werden dann  $2f$ ,  $2f^o$ ,  $2f'''$  und  $2f'''^o$  finden lassen und man hat die Argumente der Breite für die mittleren Beobachtungen:

$$\left. \begin{aligned} u'' &= u + 2f''' = u''' - 2f, \\ u''^o &= u + 2f'''^o = u''' - 2f^o, \end{aligned} \right\} 14)$$

und daraus nach den bekannten Formeln zum Übergang vom heliocentrischen auf den geocentrischen Ort mit eventueller Vernachlässigung der Sonnenbreite:

$$\begin{aligned} \varrho'' \cos \beta'' \cos(\lambda'' - \Omega) &= r'' \cos u'' + R'' \cos(L'' - \Omega) \\ \varrho'' \cos \beta'' \sin(\lambda'' - \Omega) &= r'' \sin u'' \cos i + R'' \sin(L'' - \Omega) \\ \varrho'' \sin \beta'' &= r'' \sin u'' \sin i \\ \varrho''^o \cos \beta''^o \cos(\lambda''^o - \Omega) &= r''^o \cos u''^o + R''^o \cos(L''^o - \Omega) \\ \varrho''^o \cos \beta''^o \sin(\lambda''^o - \Omega) &= r''^o \sin u''^o \cos i + R''^o \sin(L''^o - \Omega) \\ \varrho''^o \sin \beta''^o &= r''^o \sin u''^o \sin i. \end{aligned}$$

Aus diesen Formeln wird, wenn man die erste der Gleichungen einer jeden Gruppe beziehungsweise mit  $\cos(\lambda'' - \Omega)$  und  $\cos(\lambda''^o - \Omega)$ , die zweite mit  $\sin(\lambda'' - \Omega)$  und  $\sin(\lambda''^o - \Omega)$  multiplicirt und addirt, die dritten Gleichungen aber unverändert lässt, leicht abgeleitet:

$$\left. \begin{aligned} \varrho'' \cos \beta'' &= r'' \{ \cos u'' \cos(\lambda'' - \Omega) + \sin u'' \sin(\lambda'' - \Omega) \cos i \} + R'' \cos(\lambda'' - L'') \\ \varrho'' \sin \beta'' &= r'' \sin u'' \sin i \\ \varrho''^o \cos \beta''^o &= r''^o \{ \cos u''^o \cos(\lambda''^o - \Omega) + \sin u''^o \sin(\lambda''^o - \Omega) \cos i \} + R''^o \cos(\lambda''^o - L''^o) \\ \varrho''^o \sin \beta''^o &= r''^o \sin u''^o \sin i. \end{aligned} \right\} 15)$$

Diese strengere Berechnung von  $\varrho''$  und  $\varrho''^o$  erscheint ziemlich verwickelt, allein eines grossen Theiles der diesbezüglichen Zahlen bedarf man ohnedies zur Vorbereitung für die folgende Hypothese. Im Allgemeinen und besonders bei einer Planetenbahnbestimmung wird man nicht genöthigt sein, von diesen Formeln Gebrauch zu machen, wenn man die mittleren Beobachtungen als vollständige ansieht; diese Voraussetzung ist zwar auf Grundlage der bisherigen Entwicklungen nicht völlig zu rechtfertigen, da die mittleren Beobachtungen durchaus als unvollständig angesehen wurden, man kann sich aber über dieses Bedenken hinwegsetzen und rechnet dann zunächst:

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi'' &= \cos \beta'' \cos(\lambda'' - L'') & \cos \psi''^o &= \cos \beta''^o \cos(\lambda''^o - L''^o) \\ \sin \psi'' \cos P'' &= \cos \beta'' \sin(\lambda'' - L'') & \sin \psi''^o \cos P''^o &= \cos \beta''^o \sin(\lambda''^o - L''^o) \\ \sin \psi'' \sin P'' &= \sin \beta'' & \sin \psi''^o \sin P''^o &= \sin \beta''^o; \end{aligned} \right\} 16)$$

da nun [vergl. 2) pag. 291] die Relationen:

$$\begin{aligned} r''^2 &= R''^2 - 2 q'' R'' \cos \beta'' \cos(\lambda'' - L'') + q''^2 \\ r''^0 &= R''^0 - 2 q''^0 R''^0 \cos \beta''^0 \cos(\lambda''^0 - L''^0) + q''^0{}^2, \end{aligned}$$

bestehen, so hat man zur Bestimmung von  $q''$  und  $q''^0$  schliesslich die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} q'' &= R'' \cos \psi'' \pm \sqrt{r''^2 - (R'' \sin \psi'')^2} \\ q''^0 &= R''^0 \cos \psi''^0 \pm \sqrt{r''^0{}^2 - (R''^0 \sin \psi''^0)^2} \end{aligned} \right\} \quad 17)$$

in welchen bei der Anwendung auf die kleinen Planeten stets nur das obere Zeichen Geltung haben wird. Wie man sieht, leisten die Formeln 16) und 17) die Bestimmung von  $q''$  und  $q''^0$  in sehr bequemer Weise, wenn sie auch vom theoretischen Standpunkte deshalb nicht völlig gerechtfertigt erscheinen, da zu ihrer Berechnung Zahlen herangezogen werden, die den Grundlagen der Rechnung fremd sind. Allerdings können die Formeln unter Umständen unsichere Resultate geben, doch würde dies nur bei Kometenbahnen der Fall sein, bei denen man kaum je Veranlassung haben wird, von denselben Gebrauch zu machen.

Schliesslich muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass bisher über die Lage der grössten Kreise, welche gleichsam die mittlern Beobachtungen ersetzen, keine Bestimmung getroffen wurde. In dieser Hinsicht wird auf den diesbezüglichen Abschnitt des Kometenproblems (pag. 282 ff.) verwiesen, wonach zur Bestimmung der Lage des grössten Kreises die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} J \sin(\lambda'' - II) &= \operatorname{tg} \beta'' \\ \operatorname{tg} J \cos(\lambda'' - II) &= \frac{\lambda'' - \lambda'}{\beta'' - \beta'''} \\ \operatorname{tg} J^0 \sin(\lambda''^0 - II^0) &= \operatorname{tg} \beta''^0 \\ \operatorname{tg} J^0 \cos(\lambda''^0 - II^0) &= \frac{\lambda''^0 - \lambda'}{\beta''^0 - \beta'''} \end{aligned} \right\} \quad 18)$$

herangezogen werden können, welche wohl meist eine ausreichende Annäherung ergeben werden. Bei den kleinen Planeten jedoch wird man von diesen Formeln keinen Gebrauch machen; denn bei der relativ geringen Neigung der Planetenbahnen wird in den in Betracht kommenden Fällen die geocentrische Bewegung in Länge gegen jene in Breite meist so überwiegend sein, dass man ohne wesentliche Beeinträchtigung der Genauigkeit  $(\beta'' - \beta''') : (\lambda'' - \lambda')$  der Null gleich setzen darf, wodurch man:

$$\left. \begin{aligned} J &= 90^\circ & J^0 &= 90^\circ \\ II &= \lambda'' & II^0 &= \lambda''^0 \end{aligned} \right\} \quad 19)$$

erhält und die Formeln 6) (pag. 415) sehr vereinfacht werden. Die im Anhang für die Berechnung einer Planetenbahn aus vier Orten aufgenommenen Formeln nehmen auf die durch Gleichung 19) bewirkte Vereinfachung Rücksicht, während die für die Kometenbahnbestimmung geltende Zusammenstellung die Gleichungen 18) für die Bestimmung der Lage der grössten Kreise heranzieht.

### 3. Beispiele.

Als Beispiel der ersten Bahnbestimmung eines kleinen Planeten aus vier Beobachtungen sollen die folgenden Beobachtungen des Planeten (64) Angelina dienen:

|             | Beobachtungsort. | Ortszeit.                                         | app. $\alpha$ .                                    | app. $\delta$ . |
|-------------|------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|
| 1861 März 7 | Bonn             | 13 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup> ·3 | 12 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup> ·85 | — 1° 52' 44"·8  |
| „ 24        | Berlin           | 9 52 46·0                                         | 11 47 26·37                                        | — 0 28 31·7     |
| April 10    | „                | 9 22 16·0                                         | 11 35 15·54                                        | + 0 48 19·1     |
| „ 29        | „                | 13 3 29·0                                         | 11 28 58·93                                        | + 1 32 24·7.    |

Dieselben wurden absichtlich einer bereits länger verflossenen Epoche entlehnt, um an denselben den Vorgang zu erläutern, den man bei der Benützung älterer Jahrgänge des Berliner astronomischen Jahrbuches rücksichtlich der Reduction der Beobachtungen und der Bestimmung der Sonnenkoordinaten mit Vorthail befolgen kann; die Zwischenzeit (53 Tage) wurde hauptsächlich aus dem Grunde wesentlich grösser gewählt, als dies sonst bei ersten Bahnbestimmungen vorkommt, um die hohe Convergenz der hier in Vorschlag gebrachten Methode darzuthun und den Beweis zu liefern, dass man bei solchen Rechnungen wohl stets mit der ersten Hypothese ausreichen wird.

Mit der Längendifferenz Bonn 25<sup>m</sup> 11<sup>s</sup>·6 West. von Berlin wurde die Zeit der ersten Beobachtung auf den Berliner Meridian übertragen, hierauf wurden die Zeitangaben in Decimaltheile des Tages verwandelt und für die so erhaltenen Berliner Zeiten dem Berliner Jahrbuche 1861 die wahren Längen, Breiten und Entfernungen der Sonne, ferner die Nutation und wahre Schiefe entlehnt und erhalten:

| Berl. Zeit.         | wahre Sonnenlänge. | w. Breite. | log $R$ .  | Nut.     | wahre Schiefe. |
|---------------------|--------------------|------------|------------|----------|----------------|
| 1861 März 7·564 420 | 347° 28' 9"·98     | + 0°·06    | 9·997 0450 | + 16"·75 | 23° 27' 29"·50 |
| „ 24·411 644        | 4 13 26·66         | — 0·41     | 9·999 0706 | + 16·13  | 29·40          |
| April 10·390 463    | 20 56 42·76        | + 0·65     | 0·001 2151 | + 15·55  | 29·11          |
| „ 29·544 086        | 39 37 0·12         | + 0·15     | 0·003 4354 | + 15·23  | 28·63.         |

Um die allgemeine Präcession zwischen dem Jahresanfang und dem Beobachtungsdatum und die Präcession in Breite für die Sonnenorte zu ermitteln, wurde die Tafel X benützt, welche ergab:

Tafel X.

| Argum. I  | Präc.   | Red. d. B. |
|-----------|---------|------------|
| 1. 96·030 | + 9"·17 | — 0"·01    |
| 2. 0·644  | + 11·49 | + 0·02     |
| 3. 5·292  | + 13·82 | + 0·06     |
| 4. 10·536 | + 16·46 | + 0·11;    |

die auf das mittl. Äquin. 1861·0 bezogenen Sonnenlängen und Breiten sind somit:

|    |                 |         |
|----|-----------------|---------|
| 1. | 347° 27' 44"·06 | + 0"·07 |
| 2. | 4 12 59·04      | — 0·43  |
| 3. | 20 56 13·39     | + 0·59  |
| 4. | 39 36 28·43     | + 0·04. |

†.

Mit der entsprechenden wahren Schiefe wurden nun die scheinbaren Orte des Planeten nach Anhang I. 4) in scheinbare Längen und Breiten umgesetzt:

|    |             |               |
|----|-------------|---------------|
| 1. | 181° 8' 1"1 | — 1° 33' 23"4 |
| 2. | 177 18 29.0 | — 1 41 8.8    |
| 3. | 174 0 12.1  | — 1 43 7.4    |
| 4. | 172 16 15.5 | — 1 39 49.8,  |

sodann, um diese Coordinaten auf das mittl. Äquin. 1861.0 zu beziehen (Jahresanfang: — 0.09 Januar), die Formeln 1) (pag. 247) in Anwendung gezogen, nach welchen sich fand:

|                 | 1.      | 2.      | 3.      | 4.      |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Aberration {    | — 19"91 | — 20"34 | — 18"27 | — 13"89 |
|                 | — 0.06  | — 0.08  | — 0.10  | — 0.11  |
| — Nutation      | — 16.75 | — 16.13 | — 15.55 | — 15.23 |
| — Präcess.      | — 9.17  | — 11.49 | — 13.82 | — 16.46 |
| $\Delta\lambda$ | — 45.89 | — 48.04 | — 47.74 | — 45.69 |
| Aberration {    | — 0.13  | + 0.07  | + 0.28  | + 0.44  |
|                 | — 0.01  | — 0.01  | — 0.01  | — 0.01  |
| Präcession      | + 0.01  | + 0.01  | 0.00    | 0.00    |
| $\Delta\beta$   | — 0.13  | + 0.07  | + 0.27  | + 0.43. |

Zur Elimination der Parallaxe und der Sonnenbreiten wurde der locus fictus eingeführt; die Hauptmomente des bezüglichen Verfahrens sind:

|                 | 1.         | 2.         | 3.         | 4.                            |
|-----------------|------------|------------|------------|-------------------------------|
| $\varphi'$      | 50° 32' 5  | 52° 19' 1  | 52° 19' 1  | 52° 19' 1                     |
| $\log \pi h$    | 0.9459     | 0.9459     | 0.9459     | 0.9459                        |
| $\theta$        | 182° 35' 9 | 150° 30' 1 | 159° 36' 7 | 233° 47' 7                    |
| $l$             | 156 7.9    | 131 58.8   | 138 18.8   | 200 49.7                      |
| $\sin b$        | 9.8571     | 9.7827     | 9.8070     | 9.9649                        |
| $\cos b$        | 9.8415     | 9.9006     | 9.8849     | 9.5870                        |
| $\Delta L$      | + 53"79    | — 29"27    | — 1' 22"35 | — 3' 24"71                    |
| $\Delta \log R$ | + 4891     | + 4206     | + 3228     | + 4017 (Einheiten d. 7. Dec.) |
| $dt$            | — 6        | — 5        | — 5        | — 8 (Einheiten d. 6. Dec.).   |

Als Grundlagen der Rechnung haben sonach zu gelten:

|           | $t$        | $\lambda$    | $\beta$       | $L$           | $\log R$   |
|-----------|------------|--------------|---------------|---------------|------------|
| 1861 März | 7.564 414  | 181° 7' 15"2 | — 1° 33' 23"5 | 347° 28' 37"8 | 9.997 534  |
| „         | 24.411 639 | 177 17 41.0  | — 1 41 8.7    | 4 12 29.8     | 9.999 491  |
| April     | 10.390 458 | 173 59 24.4  | — 1 43 7.1    | 20 54 51.0    | 0.001 538  |
| „         | 29.544 078 | 172 15 29.8  | — 1 39 49.4   | 39 33 3.7     | 0.003 837. |

Die nach Anhang IV vorgenommene Bahnbestimmung, welche die beiden mittleren Breiten unberücksichtigt lässt, erscheint hier vollkommen ausgeführt, um daran die zweckmässige Anordnung der Rechnung zu veranschaulichen.

Nach Anhang IV. A. 1):

|                               |                                 |                                 |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $\lambda_n - \lambda_1$       | $- 3^{\circ} 49' 34'' 2$        | $\lambda_n^0 - \lambda_1$       | $- 7^{\circ} 7' 50'' 8$         |
| $\lambda_m - \lambda_n$       | $- 5 \quad 2 \quad 11 \cdot 2$  | $\lambda_m - \lambda_n^0$       | $- 1 \quad 43 \quad 54 \cdot 6$ |
| $\sin(\lambda_n - \lambda_1)$ | $8_n 824 \quad 318$             | $\sin(\lambda_n^0 - \lambda_1)$ | $9_n 093 \quad 892$             |
| $\sin(\lambda_m - \lambda_n)$ | $8_n 943 \quad 442$             | $\sin(\lambda_m - \lambda_n^0)$ | $8_n 480 \quad 317$             |
| $\mathcal{J}_1$               | $8_n 824 \quad 158$             | $\mathcal{J}_1^0$               | $9_n 093 \quad 732$             |
| $\mathcal{J}_m$               | $8_n 943 \quad 259$             | $\mathcal{J}_m^0$               | $8_n 480 \quad 134$             |
| $L_1 - \lambda_n$             | $170^{\circ} 10' 56'' 8$        | $L_1 - \lambda_n^0$             | $173^{\circ} 29' 13'' 4$        |
| $L_m - \lambda_n$             | $186 \quad 54 \quad 48 \cdot 8$ | $L_m^0 - \lambda_n^0$           | $206 \quad 55 \quad 26 \cdot 6$ |
| $L_m - \lambda_n$             | $222 \quad 15 \quad 22 \cdot 7$ | $L_m - \lambda_n^0$             | $225 \quad 33 \quad 39 \cdot 3$ |
| $\sin(L_1 - \lambda_n)$       | $9 \cdot 231 \quad 754$         | $\sin(L_1 - \lambda_n^0)$       | $9 \cdot 054 \quad 719$         |
| $\sin(L_m - \lambda_n)$       | $9_n 080 \quad 524$             | $\sin(L_m^0 - \lambda_n^0)$     | $9_n 655 \quad 915$             |
| $\sin(L_m - \lambda_n)$       | $9_n 827 \quad 659$             | $\sin(L_m - \lambda_n^0)$       | $9_n 853 \quad 696$             |
| $\odot_1$                     | $9 \cdot 229 \quad 288$         | $\odot_1^0$                     | $9 \cdot 052 \quad 253$         |
| $\odot_m$                     | $9_n 080 \quad 015$             | $\odot_m^0$                     | $9_n 657 \quad 453$             |
| $\odot_m$                     | $9_n 831 \quad 496$             | $\odot_m^0$                     | $9_n 857 \quad 533 \cdot$       |

Nach Anhang IV. A. 2):

|                         |                           |                         |                               |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| $\lambda_1 - L_1$       | $193^{\circ} 38' 37'' 4$  | $\lambda_m - L_m$       | $132^{\circ} 42' 26'' 1$      |
| $\cos(\lambda_1 - L_1)$ | $9_n 987 \quad 568$       | $\cos(\lambda_m - L_m)$ | $9_n 831 \quad 391$           |
| $\sin(\lambda_1 - L_1)$ | $9_n 372 \quad 698$       | $\sin(\lambda_m - L_m)$ | $9 \cdot 866 \quad 186$       |
| $\sin \psi, \cos P$     | $9_n 372 \quad 538$       | $\sin \psi_m \cos P_m$  | $9 \cdot 866 \quad 003$       |
|                         | $9_n 997 \quad 138$       |                         | $9 \cdot 999 \quad 661$       |
| $\sin \psi, \sin P$     | $8_n 433 \quad 981$       | $\sin \psi_m \sin P_m$  | $8_n 462 \quad 897$           |
| $\sin \psi$             | $9 \cdot 375 \quad 400$   | $\sin \psi_m$           | $9 \cdot 866 \quad 342$       |
| $\cos \psi$             | $9_n 987 \quad 408$       | $\cos \psi_m$           | $9_n 831 \quad 208$           |
| $N_1$                   | $- 0 \cdot 965 \quad 922$ | $N_m$                   | $- 0 \cdot 683 \quad 983$     |
| $\log D_1$              | $9 \cdot 372 \quad 934$   | $\log D_m$              | $9 \cdot 870 \quad 179 \cdot$ |

Nach Anhang IV. A. 3):

|                   |                            |                     |                            |
|-------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| $t_m - t_n$       | $+ 36 \cdot 132 \quad 439$ | $t_m - t_n^0$       | $+ 19 \cdot 153 \quad 620$ |
| $t_m - t_1$       | $+ 16 \cdot 847 \quad 225$ | $t_m^0 - t_1$       | $+ 33 \cdot 826 \quad 044$ |
| $t_m - t_1$       | $+ 52 \cdot 979 \quad 664$ |                     |                            |
| $\log(t_m - t_n)$ | $1 \cdot 557 \quad 897$    | $\log(t_m - t_n^0)$ | $1 \cdot 282 \quad 251$    |
| $\log(t_m - t_1)$ | $1 \cdot 226 \quad 529$    | $\log(t_m^0 - t_1)$ | $1 \cdot 529 \quad 252$    |
| $\log(t_m - t_1)$ | $1 \cdot 724 \quad 109$    |                     |                            |
| $\tau_1$          | $9 \cdot 793 \quad 478$    | $\tau_1^0$          | $9 \cdot 517 \quad 832$    |
| $\tau_m$          | $9 \cdot 462 \quad 110$    | $\tau_m^0$          | $9 \cdot 764 \quad 833$    |
| $\tau_n$          | $9 \cdot 959 \quad 690$    |                     |                            |
| $\tau_1^2$        | $9 \cdot 586 \quad 956$    | $\tau_1^{02}$       | $9 \quad 035 \quad 664$    |
| $\tau_m^2$        | $8 \cdot 924 \quad 220$    | $\tau_m^{02}$       | $9 \cdot 529 \quad 666$    |
| $\tau_n^2$        | $9 \cdot 919 \quad 380$    |                     |                            |

|                         |           |                                     |            |
|-------------------------|-----------|-------------------------------------|------------|
| Subt.                   | 9.893 539 | Subt.                               | 9.832 109  |
| — $\frac{3}{4} \mu'_m$  | 9.480 495 | — $\frac{3}{4} \mu_{m'}^{0'}$       | 9.361 775  |
| log $\mu'_m$            | 9.605 434 | log $\mu_{m'}^{0'}$                 | 9.486 714  |
| Subt.                   | 9.953 702 | Subt.                               | 0.162 293  |
| — $\frac{3}{4} \mu''_m$ | 9.873 082 | — $\frac{3}{4} \mu_{m''}^{0''}$     | 9.691 959  |
| log $\mu''_m$           | 9.998 021 | log $\mu_{m''}^{0''}$               | 9.816 898  |
| $\frac{3}{16} \mu'_m$   | 9.082 555 | $\frac{3}{16} \mu_{m'}^{0'}$        | 8.963 835  |
| $\frac{8}{15} \tau_m^2$ | 8.651 219 | $\frac{8}{15} \tau_{m'}^{02}$       | 9.256 665  |
| $\frac{3}{16} \mu''_m$  | 9.475 142 | $\frac{3}{16} \mu_{m''}^{0''}$      | 9.294 019  |
| Subt.                   | 9.799 069 | Add.                                | 0.178 842  |
| Subt.                   | 9.929 421 | Subt.                               | 8.953 362  |
| $\Pi'_m : \mu'_m$       | 8.881 624 | $\Pi_{m'}^{0'} : \mu_{m'}^{0'}$     | 9.435 507  |
| log $\Pi'_m$            | 8.487 058 | log $\Pi_{m'}^{0'}$                 | 8.922 221  |
| $\Pi''_m : \mu''_m$     | 9.404 563 | $\Pi_{m''}^{0''} : \mu_{m''}^{0''}$ | 8.210 027  |
| log $\Pi''_m$           | 9.402 584 | log $\Pi_{m''}^{0''}$               | 8.026 925. |

Nach Anhang IV. A. 4):

|                                                                                              |             |                                                                                                  |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| $\tau, : \tau_m$                                                                             | 0.331 368   | $\tau^0 : \tau_m^0$                                                                              | 9.752 999    |
| $\odot, : \mathcal{G}_m$                                                                     | 0.286 029   | $\odot^0 : \mathcal{G}_m^0$                                                                      | 0.572 119    |
| $4 \tau,^2$                                                                                  | 0.189 016   | $4 \tau,^{02}$                                                                                   | 9.637 724    |
| $\tau_m : \tau_m$                                                                            | 0.497 580   | $\tau_m : \tau_m^0$                                                                              | 0.194 857    |
| — $\odot_m : \mathcal{G}_m$                                                                  | 0.136 756   | — $\odot_m^0 : \mathcal{G}_m^0$                                                                  | 1.177 319    |
| $4 \tau, \tau_m$                                                                             | 9.857 648   | $4 \tau^0 \tau_m^0$                                                                              | 9.884 725    |
| $\odot_m : \mathcal{G}_m$                                                                    | 0.888 237   | $\odot_m^0 : \mathcal{G}_m^0$                                                                    | 1.377 399    |
| $\mu'_m$                                                                                     | 9.605 434   | $\mu_{m'}^{0'}$                                                                                  | 9.486 714    |
| $\tau, \odot, : \tau_m \mathcal{G}_m$                                                        | 0.617 397   | $\tau,^0 \odot,^0 : \tau_m^0 \mathcal{G}_m^0$                                                    | 0.325 118    |
| $\Pi'_m$                                                                                     | 8.487 058   | $\Pi_{m'}^{0'}$                                                                                  | 8.922 221    |
| $\mu''_m$                                                                                    | 9.998 021   | $\mu_{m''}^{0''}$                                                                                | 9.816 898    |
| — $\tau_m \odot_m : \tau_m \mathcal{G}_m$                                                    | 0.634 336   | — $\tau_m \odot_m^0 : \tau_m^0 \mathcal{G}_m^0$                                                  | 1.372 176    |
| $\Pi''_m$                                                                                    | 9.402 584   | $\Pi_{m''}^{0''}$                                                                                | 8.026 925    |
| zu $\alpha \left\{ \begin{array}{l} - 4.14378 \\ - 4.30860 \\ + 7.73102 \end{array} \right.$ |             | zu $\alpha_0 \left\{ \begin{array}{l} - 2.11406 \\ - 23.56005 \\ + 23.84511 \end{array} \right.$ |              |
| $\alpha$                                                                                     | — 0.72136   | $\alpha_0$                                                                                       | — 1.82900    |
| zu $x, \left\{ \begin{array}{l} + 1.67044 \\ + 4.28901 \end{array} \right.$                  |             | zu $x,^0 \left\{ \begin{array}{l} - 0.64838 \\ + 15.45518 \end{array} \right.$                   |              |
| $x,$                                                                                         | + 5.95945   | $x,^0$                                                                                           | + 14.80680   |
| zu $\nu, \left\{ \begin{array}{l} - 2.98569 \\ - 0.98720 \end{array} \right.$                |             | zu $\nu,^0 \left\{ \begin{array}{l} - 1.62122 \\ - 11.53570 \end{array} \right.$                 |              |
| $\nu,$                                                                                       | — 3.97289   | $\nu,^0$                                                                                         | — 13.15692   |
| zu $\pi, \left\{ \begin{array}{l} - 0.127 191 \\ - 1.088 730 \end{array} \right.$            |             | zu $\pi,^0 \left\{ \begin{array}{l} - 0.176 742 \\ - 0.250 669 \end{array} \right.$              |              |
| $\pi,$                                                                                       | — 1.215 921 | $\pi,^0$                                                                                         | — 0.427 411. |



Nach Anhang IV. A. 5):

|                                             |             |                                                     |             |
|---------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------|
| $\tau, : \tau_m$                            | 0.331 368   | $\tau,^0 : \tau_m^0$                                | 9.752 999   |
| $\mathcal{G}, : \mathcal{G}_m$              | 9.880 899   | $\mathcal{G},^0 : \mathcal{G}_m^0$                  | 0.613 598   |
| $4\tau,^2$                                  | 0.189 016   | $4\tau,^{0,2}$                                      | 9.637 724   |
| $\mu'_m$                                    | 9.605 434   | $\mu_m^{0'}$                                        | 9.486 714   |
| $\tau, \mathcal{G}, : \tau_m \mathcal{G}_m$ | 0.212 267   | $\tau,^0 \mathcal{G},^0 : \tau_m^0 \mathcal{G}_m^0$ | 0.366 597   |
| $\Pi'_m$                                    | 8.487 058   | $\Pi_m^{0'}$                                        | 8.922 221   |
| $\delta$                                    | + 1.630 296 | $\delta_0$                                          | + 2.325 932 |
| $\sigma,$                                   | - 0.657 205 | $\sigma,^0$                                         | + 0.713 363 |
| $v,$                                        | + 1.174 668 | $v,^0$                                              | + 1.783 700 |
| $\chi,$                                     | + 0.050 041 | $\chi,^0$                                           | + 0.194 455 |

Nach Anhang IV. A. 6):

|                    |             |                |              |
|--------------------|-------------|----------------|--------------|
| $I$                | + 1.107 640 | $V$            | - 1.275 180  |
| $\beta^{(1)}$      | - 8.847 350 | $B^{(1)}$      | + 10.383 125 |
| $\beta^{(2)}$      | + 9.184 030 | $B^{(2)}$      | - 8.564 905  |
| $\beta^{(3)}$      | - 0.788 510 | $B^{(3)}$      | - 0.821 666  |
| $\log \beta^{(2)}$ | 0.963 033   | $\log B^{(2)}$ | 0.932 722    |
| $\log \beta^{(3)}$ | 9.896 807   | $\log B^{(3)}$ | 9.914 695.   |

Nach Anhang IV. A. 7):

|                          |             |                |             |
|--------------------------|-------------|----------------|-------------|
| $II$                     | + 0.695 636 | $VII$          | + 1.978 114 |
| $\varepsilon^{(1)}$      | + 1.370 568 | $E^{(1)}$      | + 0.028 079 |
| $\varepsilon^{(2)}$      | + 0.609 032 | $E^{(2)}$      | + 1.479 184 |
| $\varepsilon^{(3)}$      | + 0.144 414 | $E^{(3)}$      | + 0.122 248 |
| $\log \varepsilon^{(2)}$ | 9.784 640   | $\log E^{(2)}$ | 0.170 022   |
| $\log \varepsilon^{(3)}$ | 9.159 609   | $\log E^{(3)}$ | 9.087 242.  |

Nun beginnt die Auflösung durch Versuche; die Resultate der drei Hypothesen nach Anh. IV. A. 8) werden, um Raum zu sparen, unten nebeneinander mitgetheilt, ebenso die Zahlen, welche die Benützung der Formeln Anh. IV. A. 9) gegeben hat. Für den ersten Versuch wurde  $x_a = 0.01$ ,  $y_a = 0$  angenommen und ergab die Durchrechnung  $x_e - x_a = -0.0014 1078$ ,  $y_e - y_a = +0.011 2034$ , welche Zahlen in Verbindung mit den Differentialausdrücken [Anh. IV. A. 9)] auf die Werthe  $x_a = +0.008 2580$ ,  $y_a = +0.012 481$  führten, die nun dem zweiten Versuche zur Grundlage dienten; für diesen fand sich  $x_e - x_a = +0.00000 948$ ,  $y_e - y_a = -0.000 0072$ . Um mit dem dritten Versuche die Rechnung zum Abschluss zu bringen, wurden die Differentialausdrücke mit den neuen Werthen des zweiten Versuchs berechnet, wiewohl man hierfür ohne allzu grossen Schaden auch die Zahlen des ersten Versuches hätte benützen können. Die Durchführung des dritten Versuches zeigt, dass durch denselben in der That den zu Grunde gelegten Zahlen völlig genügt wird.

Nach Anhang IV. A. 8):

| Versuch                      | 1.           | 2.           | 3.           |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| $\log x_a$                   | 8.000 000    | 7.916 875    | 7.917 476    |
| $\log y_a$                   | — $\infty$   | 8.096 249    | 8.095 728    |
| $\beta^{(2)}y_a$             | 0.000 000    | + 0.114 626  | + 0.114 488  |
| $\beta^{(3)}x_a$             | — 0.007 885  | — 0.006 512  | — 0.006 521  |
| <i>III</i>                   | — 8.855 235  | — 8.739 236  | — 8.739 383  |
| $\varepsilon^{(2)}y_a$       | 0.000 000    | + 0.007 601  | + 0.007 592  |
| $\varepsilon^{(3)}x_a$       | + 0.001 444  | + 0.001 193  | + 0.001 194  |
| <i>IV</i>                    | + 1.372 012  | + 1.379 362  | + 1.379 354  |
| $B^{(2)}y_a$                 | 0.000 000    | — 0.106 898  | — 0.106 770  |
| $B^{(3)}x_a$                 | — 0.008 217  | — 0.006 785  | — 0.006 795  |
| <i>VI</i>                    | + 10.374 908 | + 10.269 442 | + 10.269 560 |
| $E^{(2)}y_a$                 | 0.000 000    | + 0.018 462  | + 0.018 440  |
| $E^{(3)}x_a$                 | + 0.001 222  | + 0.001 010  | + 0.001 011  |
| <i>VIII</i>                  | + 0.029 301  | + 0.047 551  | + 0.047 530  |
| $\log III$                   | 0.947 200    | 0.941 474    | 0.941 481    |
| $\log IV$                    | 0.137 358    | 0.139 678    | 0.139 676    |
| $\log VI$                    | 1.015 984    | 1.011 547    | 1.011 552    |
| $\log VIII$                  | 8.466 882    | 8.677 160    | 8.676 968    |
| $IIIx_a$                     | — 0.088 552  | — 0.072 169  | — 0.072 270  |
| $IVx_a$                      | + 0.013 720  | + 0.011 391  | + 0.011 406  |
| $VIx_a$                      | + 0.103 749  | + 0.084 805  | + 0.084 924  |
| $VIIIx_a$                    | + 0.000 293  | + 0.000 393  | + 0.000 393  |
| $\log (I + IIIx_a)$          | 0.008 212    | 0.015 138    | 0.015 095    |
| $\log (II + IVx_a)$          | 9.850 865    | 9.849 436    | 9.849 445    |
| $\log \varrho,$              | 0.157 347    | 0.165 702    | 0.165 650    |
| $\log (VII + VIIIx_a)$       | 0.296 316    | 0.296 338    | 0.296 338    |
| $(VII + VIIIx_a)\varrho,$    | + 2.842 253  | + 2.897 613  | + 2.897 267  |
| $\varrho,$                   | + 1.436 637  | + 1.464 543  | + 1.464 367  |
| $\varrho_m$                  | + 1.670 822  | + 1.707 238  | + 1.707 011  |
| $\log (\varrho, - N_r)$      | 0.380 674    | 0.385 690    | 0.385 658    |
| $\log (\varrho_m - N_m)$     | 0.371 955    | 0.378 620    | 0.378 579    |
| $\operatorname{tg} \theta,$  | 1.007 740    | 1.012 756    | 1.012 724    |
| $\operatorname{tg} \theta_m$ | 0.501 776    | 0.508 441    | 0.508 400    |
| $\sin \theta,$               | 9.997 915    | 9.997 962    | 9.997 961    |
| $\sin \theta_m$              | 9.979 464    | 9.980 057    | 9.980 054    |
| $\log r,$                    | 0.382 759    | 0.387 728    | 0.387 697    |
| $\log r_m$                   | 0.392 491    | 0.398 563    | 0.398 525    |
| Subt.                        | 8.355 27.    | 8.402 48.    | 8.402 20.    |
| Add.                         | 0.296 191    | 0.295 646    | 0.295 650    |
| $r_m - r,$                   | 8.738 03.    | 8.790 21.    | 8.789 90.    |

|             |               |               |           |
|-------------|---------------|---------------|-----------|
| $r_m + r,$  | 0.688 682     | 0.694 209     | 0.694 175 |
| $\log y_e$  | 8.049 35.     | 8.096 00.     | 8.095 72. |
| $\log x_e$  | 7.933 954     | 7.917 373     | 7.917 475 |
| <hr/>       |               |               |           |
| $x_a$       | + 0.010 00000 | + 0.008 25800 |           |
| $x_e$       | + 0.008 58922 | + 0.008 26748 |           |
| $x_e - x_a$ | - 0.001 41078 | + 0.000 00948 |           |
| $y_a$       | 0.000 0000    | + 0.012 4810  |           |
| $y_e$       | + 0.011 2034  | + 0.012 4738  |           |
| $y_e - y_a$ | + 0.011 2034  | - 0.000 0072. |           |

Nach Anhang IV. A. 9):

| zu Versuch 1. zu Versuch 2.                   |             |            | zu Versuch 1. zu Versuch 2.                     |             |             |
|-----------------------------------------------|-------------|------------|-------------------------------------------------|-------------|-------------|
| $IVq,$                                        | 0.2947      | 0.3054     | $E^{(2)}q,$                                     | $+ 2.1252$  | $+ 2.1662$  |
| Add.                                          | 0.0873      | 0.0903     | $B^{(2)} + E^{(2)}q,$                           | $- 6.4397$  | $- 6.3987$  |
| Zähl.                                         | $1_n 0345$  | $1_n 0318$ | $\log(B^{(2)} + E^{(2)}q),$                     | $0_n 8089$  | $0_n 8061$  |
| $\log \alpha,$                                | $1_n 1836$  | $1_n 1824$ | $(B^{(2)} + E^{(2)}q)x_a - 0.06440$             | $- 0.05284$ |             |
| $\varepsilon^{(2)}q,$                         | 9.9420      | 9.9503     | $(VII + VIIIx_a)\beta,$                         | $+ 0.23168$ | $+ 0.19160$ |
| Subt.                                         | 9.9565      | 9.9556     | $\log \beta_m$                                  | 9.2234      | 9.1423      |
| Zähl.                                         | 0.9195      | 0.9186     | $\alpha, \sin \theta,$                          | $1_n 1815$  | $1_n 1804$  |
| $x_n$ Zähl.                                   | 8.9195      | 8.8355     | $\alpha_m \sin \theta_m$                        | $1_n 2757$  | $1_n 2761$  |
| $\log \beta,$                                 | 9.0686      | 8.9861     | Add.                                            | 0.2565      | 0.2558      |
| $VIIIq, + 0.0421$                             | $+ 0.0696$  |            | $\alpha, \sin \theta, + \alpha_m \sin \theta_m$ | $1_n 5322$  | $1_n 5319$  |
| $VI + VIIIq, + 10.4170$                       | $+ 10.3390$ |            | $3 : (r, + r_m)^4$                              | 7.7224      | 7.7003      |
| $(VII + VIIIx_a)\alpha, - 30.193$             | $- 30.109$  |            | $\log(c, - 1)$                                  | 9.2546      | 9.2322      |
| $\log \alpha_m$                               | $1_n 2962$  | $1_n 2960$ | $\log c,$                                       | 9.9140      | 9.9187      |
| $\beta, \sin \theta,$                         | 9.0665      | 8.9841     | $c, d_m$                                        | 9.9104      | 9.9158      |
| $\beta_m \sin \theta_m$                       | 9.2029      | 9.1224     | $c_m d,$                                        | 6.9932      | 6.8854      |
| Add.                                          | 0.2382      | 0.2374     | Subt.                                           | 9.9995      | 9.9996      |
| $\beta, \sin \theta, + \beta_m \sin \theta_m$ | 9.4411      | 9.3598     | $\log(1 : n)$                                   | 9.9099      | 9.9154      |
| $\log d,$                                     | 7.1635      | 7.0601     | $\log X_x$                                      | 0.0865      | 0.0817      |
| $r_m \alpha, \sin \theta,$                    | $1_n 5740$  | $1_n 5790$ | $\log X_y$                                      | $7_n 2536$  | $7_n 1447$  |
| $r, \alpha_m \sin \theta_m$                   | $1_n 6585$  | $1_n 6638$ | $\log Y_y$                                      | 0.0041      | 0.0033      |
| Subt.                                         | 9.3320      | 9.3337     | $\log Y_x$                                      | $9_n 9198$  | $9_n 9099$  |
| $\log \text{Diff.}$                           | 0.9060      | 0.9127     | $\log(x_e - x_a)$                               | $7_n 1495$  | $4.9768$    |
| $2 : (r, + r_m)^2$                            | 8.9237      | 8.9126     | $\log(y_e - y_a)$                               | 8.0493      | $4_n 8573$  |
| $\log c_m$                                    | 9.8297      | 9.8253     | $(x_e - x_a) X_x \cdot 10^7 - 17219$            | $+ 114.4$   |             |
| $r_m \beta, \sin \theta,$                     | 9.4590      | 9.3827     | $(y_e - y_a) X_y \cdot 10^7 - 201$              | $+ 0.1$     |             |
| $r, \beta_m \sin \theta_m$                    | 9.5857      | 9.5101     | $\Delta x \cdot 10^7 - 17420$                   | $+ 114.5$   |             |
| Subt.                                         | 9.5299      | 9.5326     | $(y_e - y_a) Y_y \cdot 10^7 + 113080$           | $- 72.55$   |             |
| $\log \text{Diff.}$                           | $8_n 9889$  | $8_n 9153$ | $(x_e - x_a) Y_x \cdot 10^7 + 11730$            | $- 77.04$   |             |
| $\log(d_m - 1)$                               | $7_n 9126$  | $7_n 8279$ | $\Delta y \cdot 10^7 + 124810$                  | $- 149.6.$  |             |
| $\log d_m$                                    | 9.9964      | 9.9971     |                                                 |             |             |

Die im letzten Versuche gefundenen Werthe von  $q$ , und  $q_m$ :

$$\log q = 0.165\ 650$$

$$\log q_m = 0.232\ 237,$$

sind, da für dieselben  $x_a = x_e$ ,  $y_a = y_e$  wird, zur Ableitung der Elemente zu verwenden. Verbessert man die Beobachtungszeiten für Aberration nach Anh. IV. A. 10), so finden sich für dieselben die Werthe:

$$1. \text{ März } 7.564\ 414 - 0.008\ 452 = \text{ März } 7.555\ 962$$

$$2. \text{ „ } 24.411\ 639 - 0.008\ 898 = \text{ „ } 24.402\ 741$$

$$3. \text{ April } 10.390\ 458 - 0.009\ 346 = \text{ April } 10.381\ 112$$

$$4. \text{ „ } 29.544\ 078 - 0.009\ 852 = \text{ „ } 29.534\ 226,$$

welche bei der folgenden Ableitung der Elemente und bei der Darstellung der mittleren Beobachtungen in Betracht kommen. Da für die Rechnung der Elemente ein ausführliches Beispiel schon vorliegt (vergl. pag. 387 ff.), so genügt es, hier die Hauptzahlen mitzutheilen.

$$\text{Nach Anhang III. 11): } l = 175^\circ 36' 28''5 \quad l_m = 189^\circ 29' 15''7$$

$$\log \operatorname{tg} b = 8.211\ 993 \quad \log \operatorname{tg} b_m = 8.296\ 694$$

$$\log r = 0.387\ 696 \quad \log r_m = 0.398\ 525.$$

$$\text{Nach Anhang III. 12): } \Omega = 311^\circ 9' 34''0 \quad i = 1^\circ 19' 58''2.$$

$$\text{Nach Anhang III. 13): } u = 224\ 27\ 22.6 \quad u_m = 238\ 20\ 6.8$$

$$u_m - u = 2f'' = 13^\circ 52' 44''2.$$

$$\text{Nach Anhang III. 15): } \omega = 0^\circ 10' 42''9 \quad \log h = 7.923\ 759$$

$$\log l = 7.571\ 597 \quad \log \eta^2 = 0.007\ 979$$

$$\log m = 7.846\ 517 \quad \frac{1}{2} g = 3^\circ 13' 32''1$$

$$\xi = +0.000\ 001 \quad \frac{1}{2} f = 3\ 28\ 11.1.$$

$$\text{Nach Anhang III. 16): } F = 58^\circ 40' 55''5 \quad v = 51^\circ 44' 33''4$$

$$G = 52\ 36\ 9.9 \quad v_m = 65\ 37\ 17.6$$

$$\varphi = 7\ 24\ 3.2 \quad E = 46\ 9\ 5.7$$

$$\log \gamma^2 = 9.068\ 186 \quad E_m = 59\ 3\ 14.1.$$

$$\text{Nach Anh. III. 17), 18): } \log p = 0.421\ 019 \quad M = 40\ 49\ 44.7$$

$$\log \mu \text{ aus } \log p = 2.907\ 580 \quad M_m = 52\ 43\ 27.0$$

$$\log \mu \text{ aus } (M_m - M) = 2.907\ 572 \quad \omega = 172\ 42\ 49.2$$

$$\log \mu = 2.907\ 576 \quad \pi = 123\ 52\ 23.2.$$

$$\text{danach } \log a = 0.428\ 287$$

Legt man die Epoche auf 1861 März 7.5, so gelten die folgenden Elemente:

① Angelina.

Epoche 1861 März 7.5 mittl. Berl. Zeit

$$M = 40^\circ 48' 59''5$$

$$\pi = 123\ 52\ 23.2$$

$$\Omega = 311\ 9\ 34.0$$

$$i = 1\ 19\ 58.2$$

$$\varphi = 7\ 24\ 3.2$$

$$\mu = 808''306$$

$$\log a = 0.428\ 287.$$

} mittl. Äquinoc.  
1861.0

Die in der Darstellung der beiden mittleren Orte unter Benützung der eben angegebenen, für Aberration genähert corrigirten Zeiten auftretenden Hauptzahlen sind:

Nach Anhang III. 19):  $M_{\parallel} = 44^{\circ} 36' 42'' 1$        $M_{\parallel}^o = 48^{\circ} 25' 25'' 8$   
 $E_{\parallel} = 50 \ 17 \ 21.2$        $E_{\parallel}^o = 54 \ 25 \ 36.4$   
 $v_{\parallel} = 56 \ 13 \ 51.5$        $v_{\parallel}^o = 60 \ 41 \ 3.5$   
 $\log r_{\parallel} = 0.390 \ 988$        $\log r_{\parallel}^o = 0.394 \ 460$   
berechnet  $\left\{ \begin{array}{l} \lambda_{\parallel} = 177^{\circ} 17' 41'' 9 \\ \beta_{\parallel} = -1 \ 41 \ 12.3 \end{array} \right.$        $\left\{ \begin{array}{l} \lambda_{\parallel}^o = 173^{\circ} 59' 24'' 9 \\ \beta_{\parallel}^o = -1 \ 43 \ 9.4 \end{array} \right.$   
Beob.- Rechnung  $\left\{ \begin{array}{l} d\lambda_{\parallel} \cos \beta_{\parallel} = -0'' 9 \\ d\beta_{\parallel} = +3.6 \end{array} \right.$        $\left\{ \begin{array}{l} d\lambda_{\parallel}^o \cos \beta_{\parallel}^o = -0'' 5 \\ d\beta_{\parallel}^o = +2.3. \end{array} \right.$

Wie man sieht, werden die mittleren Längen innerhalb der Unsicherheitsgrenzen einer sechsstelligen Rechnung dargestellt, woraus die hohe Convergenz der hier in Vorschlag gebrachten Methode erhellt und die Richtigkeit der oben gemachten Behauptung, dass man durch dieses Verfahren bei ersten Bahnbestimmungen stets mit der ersten Hypothese ausreichen wird, gefolgert werden muss, denn die im vorliegenden Beispiele gewählte Zwischenzeit von 53 Tagen wird bei ersten Bahnbestimmungen der kleinen Planeten kaum je überschritten werden. Die Darstellung der unabhängigen Breiten ist eine befriedigende und lehrt, dass den zu Grunde gelegten Beobachtungen keine wesentlichen Fehler anhaften.

Um an einem zweiten Beispiele jenen Vorgang darzulegen, welchen man zu befolgen hat, wenn mehrfache Hypothesen gebildet werden müssen, soll der *Theoria motus* (pag. 200 der th. m.) das Vesta-Beispiel entlehnt werden. Gauss corrigirt im Verlaufe der Rechnung die Beobachtungszeiten für Aberration, da aber bei so grossen Zwischenzeiten fast ohne Ausnahme Näherungswerthe für die geocentrischen Distanzen bekannt sind, so wurden hier sofort die für Aberration verbesserten Zeitangaben eingeführt, wozu, um identische Grundlagen für die Rechnung zu erhalten, jene Beträge herangezogen wurden, die Gauss (pag. 203 der *theoria motus*) selbst verwendet hat. Man wird demnach als Grundlagen der Rechnung anzunehmen haben:

| (Par. Zeit) Jahrestag | $\lambda$       | $\beta$         | $L$           | $\log R$   |
|-----------------------|-----------------|-----------------|---------------|------------|
| 1807 89.497 827       | 178° 43' 38'' 9 | + 12° 27' 6'' 2 | 9° 21' 33'' 7 | 9.999 799  |
| 137.335 581           | 174 1 30.1      | + 10 8 7.8      | 55 56 0.6     | 0.005 138  |
| 192.407 337           | 187 45 42.2     | + 6 47 25.5     | 108 35 20.3   | 0.007 174  |
| 251.272 756           | 213 34 15.6     | + 4 20 21.6     | 165 9 18.7    | 0.003 062, |

welche Coordinaten sich auf das mittlere Äquinocetium 1807.0 beziehen. Die Rechnung kann der Hauptsache nach wie bei ersten Bahnbestimmungen vorgenommen werden, weshalb man mit Vortheil von der Formelzusammenstellung im Anh. IV. A. Gebrauch machen wird; die für die Bildung weiterer Hypothesen und Näherungen erforderlichen Zusätze sollen in dem hier durchgeführten Zahlenbeispiel aufgewiesen werden.

Nach Anhang IV. A. 1) wird man erhalten:

$$\begin{array}{ll} \log \mathcal{J}_1 = 8_n 903\ 376 & \log \mathcal{J}_1^0 = 9\cdot 185\ 632 \\ \log \mathcal{J}_m = 9\cdot 802\ 687 & \log \mathcal{J}_m^0 = 9\cdot 637\ 620 \\ \log \odot_1 = 9_n 422\ 144 & \log \odot_1^0 = 8_n 445\ 098 \\ \log \odot_m = 9_n 950\ 704 & \log \odot_m^0 = 9_n 999\ 373 \\ \log \odot_{m'} = 9_n 191\ 119 & \log \odot_{m'}^0 = 9_n 587\ 846, \end{array}$$

nach Anhang IV. A. 2):

$$\begin{array}{ll} \sin \psi_1 = 9\cdot 448\ 671 & \sin \psi_m = 9\cdot 874\ 868 \\ \cos \psi_1 = 9_n 982\ 143 & \cos \psi_m = 9\cdot 820\ 738 \\ N_1 = -0\cdot 959\ 272 & N_m = +0\cdot 666\ 500 \\ \log D_1 = 9\cdot 448\ 470 & \log D_m = 9\cdot 877\ 930. \end{array}$$

Nun wird man sofort einschaltend  $\log w^2$ ,  $\log h^2$ ,  $W'$  und  $H'$  nach 6) (pag. 423) berechnen:

$$\begin{array}{ll} W' = -6^\circ 19' 53'' 6 & H' = 19^\circ 46' 11'' 8 \\ \log w^2 = 9\cdot 335\ 184 & \log h^2 = 9\cdot 894\ 114 \end{array}$$

Nach Anhang IV. A. 3) findet man:

$$\begin{array}{ll} \log \mu_{m'} = 0_n 625\ 208 & \log \mu_{m'}^0 = 0\cdot 448\ 901 \\ \log \mu_{m''} = 0_n 974\ 183 & \log \mu_{m''}^0 = 0_n 788\ 688 \\ \log \Pi_{m'} = 0\cdot 581\ 632 & \log \Pi_{m'}^0 = 0\cdot 849\ 396 \\ \log \Pi_{m''} = 1\cdot 366\ 122 & \log \Pi_{m''}^0 = 0\cdot 026\ 317, \end{array}$$

nach Anhang IV. A. 4):

$$\begin{array}{ll} \alpha = + 3\cdot 518\ 85 & \alpha_0 = + 2\cdot 687\ 40 \\ x_1 = - 40\cdot 622\ 72 & x_1^0 = - 22\cdot 331\ 01 \\ \nu_1 = + 2\cdot 673\ 94 & \nu_1^0 = + 16\cdot 229\ 39 \\ \pi_1 = + 106\cdot 694\ 4 & \pi_1^0 = + 3\cdot 582\ 1, \end{array}$$

und schreibt hierbei die in der zweiten und folgenden Hypothese nöthigen Factoren der  $\gamma$ -Größen:

$$\begin{array}{ll} \log \left( \frac{\tau_1 \odot_1}{\tau_m \mathcal{J}_m} \right) = 9_n 996\ 351 & \log \left( \frac{\tau_1^0 \odot_1^0}{\tau_m^0 \mathcal{J}_m^0} \right) = 8_n 564\ 882 \\ \log \left( \frac{-\tau_m \odot_m}{\tau_m \mathcal{J}_m} \right) = 0\cdot 677\ 157 & \log \left( \frac{-\tau_m^0 \odot_m^0}{\tau_m^0 \mathcal{J}_m^0} \right) = 0\cdot 558\ 208, \end{array}$$

besonders heraus; ebenso, nachdem aus Anhang IV A. 5):

$$\begin{array}{ll} \delta = -0\cdot 300\ 319 & \delta_0 = +0\cdot 202\ 030 \\ \sigma_1 = +1\cdot 267\ 041 & \sigma_1^0 = +0\cdot 567\ 959 \\ \nu_1 = -1\cdot 937\ 496 & \nu_1^0 = +1\cdot 448\ 620 \\ x_1 = -1\cdot 146\ 079 & x_1^0 = +1\cdot 428\ 277, \end{array}$$

gefunden wurden, die für die Folge nöthigen Factoren der  $\gamma$ -Functionen:

$$\log \left( \frac{\tau_1 \mathcal{J}_1}{\tau_m \mathcal{J}_m} \right) = 9_n 477\ 583 \quad \log \left( \frac{\tau_1^0 \mathcal{J}_1^0}{\tau_m^0 \mathcal{J}_m^0} \right) = 9\cdot 305\ 416.$$

Nach Anhang IV. A. 6) und 7):

|                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| $I = + 0.831\ 45$                     | $V = + 3.103\ 125$           |
| $\beta^{(1)} = - 18.291\ 71$          | $B^{(1)} = - 31.476\ 86$     |
| $\log \beta^{(2)} = 1.132\ 114$       | $\log B^{(2)} = 0.975\ 508$  |
| $\log \beta^{(3)} = 2.013\ 311$       | $\log B^{(3)} = 1.741\ 453$  |
| $II = + 0.502\ 349$                   | $VII = - 0.049\ 144$         |
| $\varepsilon^{(1)} = - 0.699\ 082$    | $E^{(1)} = + 0.917\ 500$     |
| $\log \varepsilon^{(2)} = 0.529\ 702$ | $\log E^{(2)} = 9.388\ 169$  |
| $\log \varepsilon^{(3)} = 0.410\ 669$ | $\log E^{(3)} = 9.149\ 524.$ |

Für die zweite und die weiteren Hypothesen kommen folgende Formeln (vgl. pag. 420) in Betracht:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_r &= \left( \frac{\tau_r \odot_r}{\tau_m \otimes_m} \right) \gamma_m' - \left( \frac{\tau_r \odot_r}{\tau_m \otimes_m} \right) \gamma_m'' & \varphi_r^0 &= \left( \frac{\tau_r^0 \odot_r^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} \right) \gamma_m^{0'} - \left( \frac{\tau_r^0 \odot_r^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} \right) \gamma_m^{0''} \\ \omega_r &= \left( \frac{\tau_r \otimes_r}{\tau_m \otimes_m} \right) \gamma_m' & \omega_r^0 &= \left( \frac{\tau_r^0 \otimes_r^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} \right) \gamma_m^{0'} \\ \beta^{(4)} &= \varphi_r - \varphi_r^0 & B^{(4)} &= \frac{1}{2} (\varphi_r + \varphi_r^0) \\ \varepsilon^{(4)} &= \omega_r^0 - \omega_r & E^{(4)} &= \frac{1}{2} (\omega_r^0 + \omega_r), \end{aligned} \right\} 1)$$

in welchen die verschiedenen  $\gamma$ -Werthe den Zahlen der vorangehenden Hypothese zu entnehmen sind. Damit nun dies vorliegende Beispiel nicht allzuviel Raum in Anspruch nehme, sollen die Resultate der vier Hypothesen, die gebildet werden mussten, um eine ausreichend genaue Annäherung zu erhalten, neben einander gesetzt werden. Die Auflösung der Gleichungen durch Versuche kann nach Anhang IV. A. 8) und 9) durchgeführt werden, wenn man sich nur statt:

$$\begin{aligned} \beta^{(1)} &\text{ geschrieben denkt: } \beta^{(1)} + \beta^{(4)} \\ \varepsilon^{(1)} &\quad - \quad - \quad \varepsilon^{(1)} + \varepsilon^{(4)} \\ B^{(1)} &\quad - \quad - \quad B^{(1)} + B^{(4)} \\ E^{(1)} &\quad - \quad - \quad E^{(1)} + E^{(4)}, \end{aligned}$$

wobei übrigens in der ersten Hypothese die mit dem Index (4) versehenen Werthe der Null gleich zu setzen sind. Es findet sich so:

| Hypothese:                              | 1.           | 2.           | 3.           | 4.           |
|-----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| $\gamma_m'$                             | 0            | — 0.083 302  | — 0.065 289  | — 0.067 288  |
| $\gamma_m''$                            | 0            | — 0.151 481  | — 0.133 943  | — 0.136 619  |
| $\gamma_m^{0'}$                         | 0            | + 0.047 420  | + 0.035 162  | + 0.036 554  |
| $\gamma_m^{0''}$                        | 0            | — 0.095 143  | — 0.090 606  | — 0.091 755  |
| $\beta^{(1)} + \beta^{(4)}$             | — 18.291 710 | — 18.583 646 | — 18.534 969 | — 18.541 505 |
| $\varepsilon^{(1)} + \varepsilon^{(4)}$ | — 0.699 082  | — 0.714 519  | — 0.711 586  | — 0.711 905  |
| $B^{(1)} + B^{(4)}$                     | — 31.476 860 | — 31.968 590 | — 31.927 396 | — 31.934 870 |
| $E^{(1)} + E^{(4)}$                     | + 0.917 500  | + 0.934 798  | + 0.930 856  | + 0.931 296  |
| $\log x$                                | 8.058 178    | 8.064 070    | 8.063 299    | 8.063 416    |
| $\log y$                                | 8.371 756    | 8.364 601    | 8.367 999    | 8.367 616    |

|                        |              |              |             |             |
|------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| $\varrho,$             | + 1.294 985  | + 1.283 797  | + 1.285 550 | + 1.285 303 |
| $\varrho_{\text{III}}$ | + 2.697 951  | + 2.688 417  | + 2.689 359 | + 2.689 202 |
| $\theta,$              | 82° 53' 54"2 | 82° 51' 48"0 | 82° 52' 7"8 | 82° 52' 5"0 |
| $\theta_{\text{III}}$  | 69 36 46.2   | 69 31 29.1   | 69 32 0.3   | 69 31 55.0  |
| $\log r,$              | 0.356 348    | 0.354 221    | 0.354 555   | 0.354 507   |
| $\log r_{\text{III}}$  | 0.335 900    | 0.334 107    | 0.334 283   | 0.334 253,  |

und nach den Formeln 7) pag. 423), in welchen, da die Sonnenbreiten der Null gleich sind, die beiden letzten Glieder in Wegfall kommen:

$$2f_{\text{II}} \quad 50^{\circ} 17' 28''6 \quad 50^{\circ} 21' 24''4 \quad 50^{\circ} 21' 5''4 \quad 50^{\circ} 21' 9''0.$$

Nach 8), 9), 10) (pag. 423) wurde nun ermittelt:

| Hypothese:                    | 1.           | 2.           | 3.           | 4.          |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| $\Psi_{\text{III}}'$          | — 4.327 198  | — 4.407 423  | — 4.390 661  | — 4.392 515 |
| $\Psi_{\text{III}}''$         | — 9.202 119  | — 9.349 238  | — 9.332 524  | — 9.335 089 |
| $\Psi_{\text{III}}^{\circ'}$  | + 2.723 320  | + 2.774 602  | + 2.760 895  | + 2.762 457 |
| $\Psi_{\text{III}}^{\circ''}$ | — 6.242 571  | — 6.335 794  | — 6.332 108  | — 6.333 160 |
| $\log n$                      | 9.873 998    | 9.874 791    | 9.874 734    | 9.874 746   |
| $\log n_{\text{II}}$          | 9.519 140    | 9.520 668    | 9.520 480    | 9.520 508   |
| $\log n^{\circ}$              | 9.606 424    | 9.607 816    | 9.607 645    | 9.607 671   |
| $\log n_{\text{II}}^{\circ}$  | 9.835 704    | 9.836 667    | 9.836 586    | 9.836 601.  |
| $2f_{\text{III}}$             | 14° 19' 41"0 | 14° 22' 18"6 | 14° 21' 47"5 |             |
| $\log r_{\text{II}}$          | 0.347 609    | 0.346 458    | 0.346 669    |             |
| $2f,$                         | 35° 57' 47"7 | 35° 59' 5"8  | 35° 59' 18"0 |             |
| $\log r_{\text{II}}$          | 0.347 608    | 0.346 460    | 0.346 668    |             |
| $2f_{\text{III}}^{\circ}$     | 31° 27' 51"7 | 31° 30' 13"4 | 31° 29' 54"3 |             |
| $\log r_{\text{II}}^{\circ}$  | 0.340 057    | 0.339 151    | 0.339 280    |             |
| $2f,$                         | 18° 49' 36"8 | 18° 51' 11"0 | 18° 51' 11"3 |             |
| $\log r_{\text{II}}^{\circ}$  | 0.340 056    | 0.339 152    | 0.339 280    |             |

Wie man sieht, unterscheiden sich die Werthe von  $n$  aus der dritten von jenen aus der vierten Hypothese so wenig, dass man wohl mit Sicherheit schliessen kann, die fünfte Hypothese werde Resultate liefern, die höchstens um 1—2 Einheiten der letzten Stelle von jenen der vierten Hypothese verschieden sind; da aber die  $n$ -Werthe für die Darstellung der mittleren Beobachtungen massgebend sind, so wird man sich auch den Schluss erlauben dürfen, dass schon die Zahlen der vierten Hypothese die mittleren Längen innerhalb der Unsicherheitsgrenzen einer sechststelligen Rechnung darstellen werden; es kann demnach an dieser Stelle die Bildung weiterer Hypothesen abgebrochen und an die Ableitung der Elemente aus den Werthen  $\varrho,$  und  $\varrho_{\text{III}}$  der vierten Hypothese geschritten werden. Zur Bildung der  $\gamma$ -Werthe der zweiten und folgenden Hypothesen, welche bereits oben (pag. 437) aufgeführt sind, ist die Durchrechnung der Formeln 11) (pag. 424) nöthig. Für die verschiedenen Werthe ( $\eta - 1$ ) ergeben sich:



|                |              |              |               |
|----------------|--------------|--------------|---------------|
| $\eta_1 - 1$   | + 0.063 6369 | + 0.064 2547 | + 0.064 1756  |
| $\eta_m - 1$   | + 0.010 0005 | + 0.010 1143 | + 0.010 0952  |
| $\eta_1^0 - 1$ | + 0.016 7868 | + 0.016 9426 | + 0.016 9251  |
| $\eta_m^0 - 1$ | + 0.048 9978 | + 0.049 4996 | + 0.049 4231  |
| $\eta_{11}$    | + 0.130 9488 | + 0.132 6069 | + 0.132 3936, |

und hieraus nach 15) (pag. 419) die oben angeführten  $\gamma$ -Größen.

Die Herleitung der Elemente aus:

$$q_1 = + 1.285\ 303$$

$$q_m = + 2.689\ 202,$$

führt zu folgenden Zahlen:

|                |                                           |                                           |
|----------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Anh. III. 11): | $l_1 = 183^\circ 26' 21'' 1$              | $l_m = 234^\circ 5' 10'' 9$               |
|                | $\log \operatorname{tg} b_1 = 9.091\ 465$ | $\log \operatorname{tg} b_m = 8.976\ 192$ |
|                | $\log r_1 = 0.354\ 508$                   | $\log r_m = 0.334\ 254$                   |
| Anh. III. 12): | $\Omega = 103^\circ 10' 59'' 0$           | $i = 7^\circ 8' 20'' 6$                   |
| Anh. III. 13): | $u_1 = 80\ 19\ 48.9$                      | $u_m = 130\ 40\ 57.9;$                    |

( $u_m - u_1$ ) findet sich mit dem oben erhaltenen Werthe  $2f_{11} = 50^\circ 21' 9'' 0$  vollkommen übereinstimmend, so dass an  $u_1$  und  $u_m$  keine weiteren Correctionen anzubringen sind.

Nach Anh. III. 15):

|                                      |                                            |
|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| $2\omega_{11} = - 0^\circ 40' 4'' 8$ | $\log h_{11} = 9.135\ 331$                 |
| $\log l_{11} = 8.721\ 268$           | $\log \eta_{11}^2 = 0.108\ 019$            |
| $\log m_{11} = 9.082\ 798$           | $\frac{1}{2} g_{11} = 11^\circ 47' 11'' 1$ |
| $\xi_{11} = + 0.000\ 102$            | $\frac{1}{2} f_{11} = 12\ 35\ 17.25$       |

Nach Anh. III. 16):

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| $F_{11} = 318^\circ 43' 36'' 0$ | $v_1 = 293^\circ 33' 1'' 5$ |
| $G_{11} = 321\ 40\ 28.6$        | $v_m = 343\ 54\ 10.5$       |
| $\varphi = 5\ 3\ 6.5$           | $E_1 = 298\ 6\ 6.4$         |
| $\log \gamma^2 = 9.616\ 229$    | $E_m = 345\ 14\ 50.8$       |

Nach Anh. III. 17), 18):

|                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| $\mu$ aus ( $M_m - M_1$ ) = 978''6917 | $M_1 = 302^\circ 33' 8'' 1$ |
| $\log \mu = 2.990\ 646$               | $M_m = 346\ 31\ 55.9$       |
| $\log a = 0.372\ 907$                 | $\pi = 249\ 57\ 46.4.$      |

Es sind sonach die Elemente, wenn für die Epoche die Zeit der ersten Beobachtung gewählt wird:

④ Vesta.

Epoche = 1807 März 30.497 827 m. Par. Zt.

|                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| $M = 302^\circ 33' 8'' 1$ | } mittl. Äquinoc.<br>1807.0 |
| $\pi = 249\ 57\ 46.4$     |                             |
| $\Omega = 103\ 10\ 59.0$  |                             |
| $i = 7\ 8\ 20.6$          |                             |
| $\varphi = 5\ 3\ 6.5$     |                             |
| $\mu = 978''6917$         |                             |
| $\log a = 0.372\ 907.$    |                             |

Die bei der Darstellung der beiden mittleren Orte auftretenden Hauptzahlen sind:

|                        |                                               |                           |                                                       |                           |
|------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|
| Anh. III. 19):         | $M_{\text{II}}$                               | $= 315^{\circ} 33' 26''5$ | $M_{\text{II}}^{\circ}$                               | $= 330^{\circ} 31' 44''8$ |
|                        | $E_{\text{II}}$                               | $= 311 47 45.8$           | $E_{\text{II}}^{\circ}$                               | $= 327 50 38.0$           |
|                        | $v_{\text{II}}$                               | $= 307 54 53.0$           | $v_{\text{II}}^{\circ}$                               | $= 325 2 58.2$            |
|                        | $\log r_{\text{II}}$                          | $= 0.346 641$             | $\log r_{\text{II}}^{\circ}$                          | $= 0.339 260$             |
| berechnet:             | $\lambda_{\text{II}}$                         | $= 174^{\circ} 1' 30''3$  | $\lambda_{\text{II}}^{\circ}$                         | $= 187^{\circ} 45' 41''7$ |
|                        | $\beta_{\text{II}}$                           | $= + 10 8 11.2$           | $\beta_{\text{II}}^{\circ}$                           | $= + 6 47 15.1$           |
| Beobachtung — Rechnung | $d\lambda_{\text{II}} \cos \beta_{\text{II}}$ | $= - 0''2$                | $d\lambda_{\text{II}} \cos \beta_{\text{II}}^{\circ}$ | $= + 0''5$                |
|                        | $d\beta_{\text{II}}$                          | $= - 3.4$                 | $d\beta_{\text{II}}^{\circ}$                          | $= + 10.4$                |

Die Längen werden innerhalb der Unsicherheitsgrenzen einer sechsstelligen Rechnung dargestellt, für die unabhängigen Breiten bleiben Fehler übrig, die bei der verhältnismässig geringen Genauigkeit, welche den Beobachtungen zugeschrieben werden muss, als mässige bezeichnet werden dürfen. Bei Gauss, der sich der mittleren Beobachtung anschliesst, bleiben in den äusseren Breiten bei weitem grössere Fehler, nämlich:

$$\begin{aligned} d\beta_{\text{I}} &= + 22''4 \\ d\beta_{\text{III}} &= - 18.5, \end{aligned}$$

übrig. Derselbe bemerkt, dass die von ihm gefundenen Elemente kleiner Änderungen bedürfen, um die Breitenfehler gleichmässiger zu vertheilen, und erwähnt, dass die von ihm ermittelte Neigung ( $7^{\circ} 8' 14''8$ ) um  $6''$  zu vermehren, die Länge des aufsteigenden Knotens ( $103^{\circ} 16' 37''3$ ) um  $4' 40''$ , die wahre Länge in der Bahn zur Zeit der ersten Beobachtung ( $183^{\circ} 30' 50''2$ ) um  $2''$  zu vermindern wären; vergleicht man die hier berechneten Elemente mit den Gauss'schen, so findet sich die Neigung um  $5''8$  grösser, die Knotenlänge um  $5' 38''3$  und die Länge in der Bahn um  $2''3$  kleiner, so dass dieselben der Hauptsache nach die von Gauss geforderten Correctionen enthalten.

Um endlich die Methode der Bahnbestimmung aus vier Orten auf die Bestimmung einer Kometenbahn anzuwenden, sollen die folgenden vier geocentrischen Orte des Kometen I. 1866 gewählt werden, welche sich auf das mittlere Aequinoctium 1866.0 beziehen und neben welchen die auf dasselbe Aequinoctium bezogenen Sonnencoordinaten angesetzt sind:

| Mittl. Berl. Zeit | $\lambda$              | $\beta$                  | $L$                     | $\log R$  |
|-------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------|
| 1865 Dec. 22.5    | $16^{\circ} 44' 31''6$ | $+ 61^{\circ} 54' 30''4$ | $271^{\circ} 12' 19''8$ | 9.992 754 |
| „ 27.0            | $0 56 10.2$            | $+ 29 13 19.5$           | $275 47 29.9$           | 9.992 671 |
| 1866 Jan. 4.0     | $356 26 13.2$          | $+ 9 24 44.0$            | $283 56 38.0$           | 9.992 653 |
| „ 9.0             | $355 27 30.2$          | $+ 4 32 39.5$            | $289 2 20.6$            | 9.992 731 |

Nach Anhang IV. B. 1) findet sich:

$$\begin{aligned} \Pi &= 237^{\circ} 22' 50''6 & \Pi^{\circ} &= 200^{\circ} 30' 40''2 \\ J &= 33 52 17.1 & J^{\circ} &= 22 6 56.2. \end{aligned}$$

Nach Anhang IV. B. 2):

$$\begin{array}{ll} \log \mathcal{G}_r = 9.749\,394 & \log \mathcal{G}_r^0 = 9.906\,139 \\ \log \mathcal{G}_m = 9.627\,785 & \log \mathcal{G}_m^0 = 8.932\,059 \\ \log \odot_r = 9.484\,453 & \log \odot_r^0 = 9.543\,358 \\ \log \odot_m = 9.532\,083 & \log \odot_m^0 = 9.565\,532 \\ \log \odot_{mm} = 9.633\,340 & \log \odot_{mm}^0 = 9.568\,326. \end{array}$$

Nach Anh. IV. B. 3a) und 3b):

$$\begin{array}{ll} N_r = -0.124\,041 & N_m = +0.392\,164 \\ \log D_r = 9.989\,272 & \log D_m = 9.955\,123 \\ W' = 87^\circ 52' 37'' 3 & H' = -6^\circ 54' 33'' 2 \\ \log w^2 = 9.372\,216 & \log h^2 = 9.883\,310. \end{array}$$

Nach Anh. IV. B. 4) bis 8):

$$\begin{array}{ll} \log \mu_m' = 8.768\,557 & \log \mu_m^{0'} = 8.714\,200 \\ \log \mu_m'' = 9.052\,466 & \log \mu_m^{0''} = 8.772\,192 \\ \alpha = -0.030\,085 & \alpha_0 = -0.057\,858 \\ \kappa_r = +0.230\,151 & \kappa_r^0 = +0.440\,919 \\ \nu_r = +0.088\,257 & \nu_r^0 = -0.197\,198 \\ \delta = +3.822\,427 & \delta_0 = +3.768\,255 \\ \sigma_r = -0.224\,334 & \sigma_r^0 = +0.195\,137 \\ v_r = +0.264\,677 & v_r^0 = +0.278\,767 \\ I = +0.027\,773 & V = -0.043\,971 \\ \beta^{(1)} = -0.210\,768 & B^{(1)} = +0.335\,535 \\ \log \beta^{(2)} = 9.455\,537 & \log B^{(2)} = 8.736\,157 \\ II = -0.054\,172 & VII = +3.795\,341 \\ \varepsilon^{(1)} = +0.419\,471 & E^{(1)} = -0.014\,598 \\ \log \varepsilon^{(2)} = 8.148\,911 & \log E^{(2)} = 9.434\,125. \end{array}$$

Die Berechnung der Formeln Anh. IV. B. 9a) liefert (vgl. pag. 381) unter der Annahme genäherter parabolischer Elemente:

$$\begin{array}{ll} T = 1866 \text{ Januar } 9.4978 & \log q = 9.991\,974 \\ \eta_r - 1 = +0.008\,63288 & \eta_r^0 - 1 = +0.001\,29822 \\ \eta_m - 1 = +0.000\,94475 & \eta_m^0 - 1 = +0.007\,66688 \\ & \eta_{mm} - 1 = +0.015\,41986, \end{array}$$

und somit nach Anh. IV. B. 10) für die erste Hypothese die  $\gamma$ -Werthe:

$$\begin{array}{ll} \gamma_m' = -0.001\,6971 & \gamma_m^{0'} = +0.001\,7554 \\ \gamma_m'' = -0.002\,7647 & \gamma_m^{0''} = -0.001\,7013, \end{array}$$

aus welchen nach Anhang IV. B. 11) sich ergibt:

$$\begin{array}{ll} \Gamma_m = +0.005\,100 & \Gamma_m^0 = +0.013\,111 \\ \Gamma_r = -0.006\,487 & \Gamma_r^0 = +0.006\,615 \\ \beta^{(3)} = -0.008\,011 & B^{(3)} = +0.009\,105 \\ \varepsilon^{(3)} = +0.013\,102 & E^{(3)} = +0.000\,064; \end{array}$$

somit wird sein:

$$\begin{array}{ll} \beta^{(1)} + \beta^{(3)} = -0.218\,779 & B^{(1)} + B^{(3)} = +0.344\,640 \\ \varepsilon^{(1)} + \varepsilon^{(3)} = +0.432\,573 & E^{(1)} + E^{(3)} = -0.014\,534. \end{array}$$

Zur Lösung der Gleichungen Anhang IV. B. 12) wird mit Benützung der parabolischen Näherung im ersten Versuche  $\varrho = +0.203\,000$ ,  $\log y_a = 8_{n378\,670}$  gesetzt und gefunden [vgl. pag. 443]:  $\log x_e - \log x_a = +0.000\,376$ ,  $\log y_e - \log y_a = +0.032\,091$ ; für den zweiten Versuch wird  $\log y_a$  willkürlich variirt und für diesen Logarithmus angenommen:  $8_{n418\,670}$ , während  $\varrho$ , unverändert bleibt, wonach  $\log x_e - \log x_a = +0.001\,300$ ,  $\log y_e - \log y_a = -0.007\,636$  erhalten wird; in einem dritten Versuche endlich wird  $\log y_a$  wie im ersten Versuche, für  $\varrho$ , aber der Werth  $+0.201\,000$  angenommen und unter diesen Annahmen  $\log x_e - \log x_a = +0.002\,686$  und  $\log y_e - \log y_a = +0.051\,496$  ermittelt. Setzt man alle Änderungen als linear voraus und bezeichnet mit  $\xi$  und  $\eta$  die erforderlichen Änderungen, welche man an  $\varrho$ , und  $\log y_a$  des ersten Versuches in Einheiten der gewählten Variationen anzubringen hat, so finden sich aus den oben mitgetheilten Zahlen die beiden Gleichungen:

$$\begin{aligned} +0.000\,376 &= -0.000\,924\,\eta - 0.002\,310\,\xi \\ +0.032\,091 &= +0.039\,727\,\eta - 0.019\,405\,\xi, \end{aligned}$$

aus welchen:

$$\begin{aligned} \log \eta &= 9.7848, \text{ somit } d \log y_a = +0.024\,372 \\ \log \xi &= 9_{n6090}, \quad ,, \quad d \varrho = +0.000\,813, \end{aligned}$$

resultirt. Man wird demnach für einen vierten Versuch die Zahlen  $\varrho = +0.203\,813$ ,  $\log y_a = 8_{n403\,042}$  verwenden; dieser Versuch wird übrigens, da den linearen Verhältnissen nur näherungsweise genügt wird, nicht völlig ausreichen, da die erforderlichen Änderungen gross sind; derselbe ergibt in der That:  $\log x_e - \log x_a = -0.000\,020$ ,  $\log y_e - \log y_a = -0.000\,350$ . Substituirt man nun diese Zahlen in die obigen zwei Gleichungen links vom Gleichheitszeichen, so erhält man eine neue Bestimmung von  $\xi$  und  $\eta$  und hieraus:

$$d \log y_a = -0.000\,153, \quad d \varrho = -0.000\,020,$$

als Correctionen der Grundlagen des vierten Versuches, für welchen man also:

$$\varrho = +0.203\,793, \quad \log y_a = 8_{n402\,889},$$

anzunehmen haben wird und der innerhalb der Unsicherheit der Rechnung thatsächlich den Bedingungen:  $\log x_e - \log x_a = 0$ ,  $\log y_e - \log y_a = 0$  genügt, denn es findet sich:

$$\log x_e - \log x_a = 0, \quad \log y_e - \log y_a = +0.000\,018.$$

Die folgende Zusammenstellung gibt die für diese Resultate nothwendigen Zahlen, nach Anh. IV. B. 12) in ausführlicher Form:

| Versuch:                     | 1.                     | 2.                     | 3.                     | 4.                     | 5.                     |
|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $\varrho$ ,                  | +0.203 000             | +0.203 000             | +0.201 000             | +0.203 813             | +0.203 793             |
| $\log y_a$                   | 8 <sub>n</sub> 378670  | 8 <sub>n</sub> 418670  | 8 <sub>n</sub> 378670  | 8 <sub>n</sub> 403042  | 8 <sub>n</sub> 402889  |
| $\beta^{(2)}y_a$             | -0.006 8266            | -0.007 4853            | -0.006 8266            | -0.007 2207            | -0.007 2185            |
| $\varepsilon^{(2)}y_a$       | -0.000 3370            | -0.000 3695            | -0.000 3370            | -0.000 3564            | -0.000 3563            |
| $\log IV$                    | 9.635 721              | 9.635 688              | 9.635 721              | 9.635 702              | 9.635 702              |
| $\log \varrho$ ,             | 9.307 496              | 9.307 496              | 9.303 196              | 9.309 232              | 9.309 189              |
| $IV\varrho$ ,                | +0.087 7440            | +0.087 7372            | +0.086 8794            | +0.088 0916            | +0.088 0828            |
| $III$                        | -0.225 6056            | -0.226 2643            | -0.225 6056            | -0.225 9997            | -0.225 9975            |
| $II\varrho$ ,                | -0.010 9969            | -0.010 9969            | -0.010 8886            | -0.011 0410            | -0.011 0399            |
| $\log (II\varrho, - I)$      | 8 <sub>n</sub> 588495  | 8 <sub>n</sub> 588495  | 8 <sub>n</sub> 587 280 | 8 <sub>n</sub> 588988  | 8 <sub>n</sub> 588976  |
| $\log (III - IV\varrho)$     | 9 <sub>n</sub> 496029  | 9 <sub>n</sub> 496932  | 9 <sub>n</sub> 494829  | 9 <sub>n</sub> 497056  | 9 <sub>n</sub> 497040  |
| $\log x_a$                   | 9.092 466              | 9.091 563              | 9.092 451              | 9.091 932              | 9.091 936              |
| $B^{(2)}y_a$                 | +0.001 303             | +0.001 428             | +0.001 303             | +0.001 378             | +0.001 377             |
| $E^{(2)}y_a$                 | -0.006 498             | -0.007 125             | -0.006 498             | -0.006 873             | -0.006 871             |
| $\log VIII$                  | 8 <sub>n</sub> 322881  | 8 <sub>n</sub> 335638  | 8 <sub>n</sub> 322881  | 8 <sub>n</sub> 330556  | 8 <sub>n</sub> 330515  |
| $VIIIx_a$                    | -0.002 602             | -0.002 674             | -0.002 602             | -0.002 645             | -0.002 645             |
| $\log (VII + VIIIx_a)$       | 0.578 953              | 0.578 944              | 0.578 953              | 0.578 948              | 0.578 948              |
| $(VII + VIIIx_a)\varrho$ ,   | +0.769 926             | +0.769 910             | +0.762 340             | +0.773 002             | +0.772 924             |
| $\log VI$                    | 9.539 005              | 9.539 161              | 9.539 005              | 9.539 099              | 9.539 097              |
| $VIx_a$                      | +0.042 803             | +0.042 729             | +0.042 801             | +0.042 759             | +0.042 759             |
| $V + VIx_a$                  | -0.001 168             | -0.001 242             | -0.001 170             | -0.001 212             | -0.001 212             |
| $\varrho_m$                  | +0.768 758             | +0.768 668             | +0.761 170             | +0.771 790             | +0.771 712             |
| $\log (\varrho, - N)$        | 9.514 602              | 9.514 602              | 9.511 938              | 9.515 680              | 9.515 654              |
| $\log (\varrho_m - N_m)$     | 9.575 873              | 9.575 770              | 9.567 033              | 9.579 356              | 9.579 267              |
| $\operatorname{tg} \theta$ , | 9.525 330              | 9.525 330              | 9.522 666              | 9.526 408              | 9.526 382              |
| $\operatorname{tg} \theta_m$ | 9.620 750              | 9.620 647              | 9.611 910              | 9.624 233              | 9.624 144              |
| $\cos \theta$ ,              | 9.976 875              | 9.976 875              | 9.977 142              | 9.976 766              | 9.976 768              |
| $\cos \theta_m$              | 9.965 096              | 9.965 110              | 9.966 386              | 9.964 575              | 9.964 588              |
| $\log r$ ,                   | 0.012 397              | 0.012 397              | 0.012 130              | 0.012 506              | 0.012 504              |
| $\log r_m$                   | 9.990 027              | 9.990 013              | 9.988 737              | 9.990 548              | 9.990 535              |
| Subt.                        | 8.723 120              | 8.723 400              | 8.743 050              | 8.714 840              | 8.715 060              |
| Add.                         | 0.312 359              | 0.312 366              | 0.312 884              | 0.312 148              | 0.312 153              |
| $r_m - r$ ,                  | 8 <sub>n</sub> 713 147 | 8 <sub>n</sub> 713 413 | 8 <sub>n</sub> 731 787 | 8 <sub>n</sub> 705 388 | 8 <sub>n</sub> 705 595 |
| $r_m + r$ ,                  | 0.302 386              | 0.302 379              | 0.301 621              | 0.302 696              | 0.302 688              |
| $\log y_e$                   | 8 <sub>n</sub> 410761  | 8 <sub>n</sub> 411034  | 8 <sub>n</sub> 430166  | 8 <sub>n</sub> 402692  | 8 <sub>n</sub> 402907  |
| $\log x_e$                   | 9.092 842              | 9.092 863              | 9.095 137              | 9.091 912              | 9.091 936.             |

Mit den Werthen:

$$\log x = 9.091\,936$$

$$\log y = 8_{n402}\,907,$$

geben die Formeln Anhang IV. B. 13):

$$\begin{aligned} \log \Psi''' &= 8_n 793 \ 351 & \log \Psi'''^0 &= 8 \cdot 713 \ 232 \\ \log \Psi''''' &= 9_n 064 \ 667 & \log \Psi'''''^0 &= 8_n 793 \ 929. \end{aligned}$$

Nach Anhang IV. B. 14) findet man:

$$\begin{aligned} \log n &= 9 \cdot 873 \ 831 & \log n^0 &= 9 \cdot 462 \ 048 \\ \log n_n &= 9 \cdot 416 \ 448 & \log n_n^0 &= 9 \cdot 857 \ 224, \end{aligned}$$

nach Anhang IV. B. 15):

$$\begin{aligned} f_n &= 11^0 56' 2'' 5 \\ 2f''' &= 5^0 52' 42'' 8 & 2f'''^0 &= 16^0 49' 37'' 5 \\ \log r_n &= 0 \cdot 003 \ 658 & \log r_n^0 &= 9 \cdot 993 \ 194 \\ 2f' &= 17^0 59' 22'' 2 & 2f'^0 &= 7^0 2' 27'' 6 \\ \log r_n &= 0 \cdot 003 \ 658 & \log r_n^0 &= 9 \cdot 993 \ 195. \end{aligned}$$

Nun werden nach Anh. IV. B. 9b) und 10) neue Näherungen, sowie die Werthe der  $\gamma$ -Symbole abgeleitet. Die Berechnung der fünf verschiedenen  $(\eta - 1)$ -Werthe ergibt:

$$\begin{aligned} \eta, - 1 &= + 0 \cdot 0086 \ 7638 & \eta^0, - 1 &= + 0 \cdot 0013 \ 0828 \\ \eta''' - 1 &= + 0 \cdot 0009 \ 4646 & \eta'''^0 - 1 &= + 0 \cdot 0076 \ 8838 \\ \eta_n - 1 &= + 0 \cdot 0154 \ 8321, \end{aligned}$$

und hieraus:

$$\begin{aligned} \gamma''' &= - 0 \cdot 001 \ 5736 & \gamma'''^0 &= + 0 \cdot 0016 \ 474 \\ \gamma''''' &= - 0 \cdot 002 \ 5486 & \gamma'''''^0 &= - 0 \cdot 0015 \ 968, \end{aligned}$$

welche Werthe der zweiten Hypothese zu Grunde zu legen sind.

Nach Anhang IV. B. 11) findet sich weiter:

$$\begin{aligned} \Gamma''' &= + 0 \cdot 004 \ 683 & \Gamma'''^0 &= + 0 \cdot 012 \ 306 \\ \Gamma' &= - 0 \cdot 006 \ 015 & \Gamma'^0 &= + 0 \cdot 006 \ 208 \\ \beta^{(1)} + \beta^{(3)} &= - 0 \cdot 218 \ 391 & B^{(1)} + B^{(3)} &= + 0 \cdot 344 \ 029 \\ \varepsilon^{(1)} + \varepsilon^{(3)} &= + 0 \cdot 431 \ 694 & E^{(1)} + E^{(3)} &= - 0 \cdot 014 \ 502. \end{aligned}$$

Die Auflösung der Gleichungen Anhang IV. B. 12) durch Versuche gibt mit Benützung der oben (pag. 442) gefundenen  $\eta$ - und  $\xi$ -Coëfficienten als Lösung:

$$\begin{aligned} q, &= + 0 \cdot 203 \ 235 & \log y &= 8_n 408 \ 598 \\ q''' &= + 0 \cdot 769 \ 583 & \log x &= 9 \cdot 092 \ 587 \\ \log r, &= 0 \cdot 012 \ 428 & \log r''' &= 9 \cdot 990 \ 169. \end{aligned}$$

Aus diesen Werthen erhält man nach Anhang IV. B. 13):

$$\begin{aligned} \log \Psi''' &= 8_n 792 \ 649 & \log \Psi'''^0 &= 8 \cdot 712 \ 115 \\ \log \Psi''''' &= 9_n 063 \ 880 & \log \Psi'''''^0 &= 8_n 793 \ 321. \end{aligned}$$

nach Anhang IV. B. 14):

$$\begin{aligned} \log n &= 9 \cdot 873 \ 830 & \log n^0 &= 9 \cdot 462 \ 045 \\ \log n_n &= 9 \cdot 416 \ 447 & \log n_n^0 &= 9 \cdot 857 \ 224. \end{aligned}$$

Diese Werthe unterscheiden sich so wenig von den  $n$ -Werthen der vorangehenden Hypothese, dass man mit Sicherheit erwarten kann, die dritte Hypothese werde keine anderen Zahlen für die Verhältnisse der Dreiecksflächen liefern; man kann also die Bildung der Hypothesen als abgeschlossen betrachten und an die Ermittlung der Elemente aus den oben mitgetheilten Werthen von  $q$ , und  $q_m$  schreiten.

Nach Anhang IV. B. 16) findet man:

$$\begin{array}{ll} l = 85^{\circ} 59' 5'' 0 & l_m = 62^{\circ} 56' 4'' 2 \\ \log \operatorname{tg} b = 9.247\ 830 & \log \operatorname{tg} b_m = 8.795\ 822 \\ \log r = 0.012\ 427 & \log r_m = 9.990\ 168; \end{array}$$

nach Anhang IV. B. 17):

$$\Omega = 231^{\circ} 21' 25'' 9 \quad i = 162^{\circ} 42' 14'' 8;$$

nach Anhang IV. B. 18):

$$u = 144^{\circ} 7' 22'' 7 \quad u_m = 167^{\circ} 53' 24'' 8.$$

Für  $u_m - u = 2f_n$  ergibt die Benützung der ersten Formel in Anh. IV. B. 15):

$$2f_n = 23^{\circ} 46' 1'' 6,$$

weshalb, um den beiden Resultaten gleichzeitig Rechnung zu tragen, für die folgende Rechnung angenommen wird:

$$u = 144^{\circ} 7' 22'' 9 \quad u_m = 167^{\circ} 53' 24'' 7.$$

Nach Anhang IV. B. 19) wird nun weiter bestimmt:

$$\begin{array}{ll} 2\omega_n = -0^{\circ} 44' 2'' 9 & \xi_n = 0.000\ 000 \\ \log m_n = 8.078\ 484 & \log h_n = 8.151\ 910 \\ \log l_n = 8.046\ 043 & \log z_n = 8.358\ 042; \end{array}$$

nach Anh. IV. B. 20):

$$\begin{array}{ll} F_n = -14^{\circ} 42' 13'' 9 & v = -26^{\circ} 35' 14'' 8 \\ \log e = 9.961\ 172 & v_m = -2\ 49\ 13.0 \\ \log q = 9.989\ 917 & \pi = 42\ 4\ 3.6; \end{array}$$

nach Anh. IV. B. 21) mit Benützung der Tafel XVIII des zweiten Bandes:

$$\begin{array}{ll} \theta = +0.002\ 4939 & \theta_m = +0.000\ 0271 \\ \log P_1' = 2.064\ 728 & \log P_1''' = 2.065\ 441 \\ \log P_3' = 1.587\ 029 & \log P_3''' = 1.588\ 313 \\ T = 10.998\ 09 & T = 10.998\ 05 \text{ (Januar).} \end{array}$$

Es sind sonach die Elemente zusammengestellt:

☞ I. 1866.

$T = 1866$  Januar 10.99807 mittl. Berl. Zeit

$$\left. \begin{array}{l} \pi = 42^{\circ} 4' 3'' 6 \\ \Omega = 231\ 21\ 25.9 \\ i = 162\ 42\ 14.8 \end{array} \right\} \text{ mittl. Äquin. 1866.0.}$$

$$\begin{array}{l} \log q = 9.989\ 917 \\ \log e = 9.961\ 172. \end{array}$$

Um die mittleren Beobachtungen nach diesen Elementen darstellen zu können, berechnet man mit Hilfe der Tafel VIa) die Ausdrücke nach Anh. IV. B. 22):

$$\begin{aligned}\varepsilon &= +0.044\ 6729 \\ \log \alpha &= 9.997\ 717 \\ \log \beta &= 8.649\ 475,\end{aligned}$$

und erhält nach Anh. IV. B. 23):

$$\begin{array}{ll}\log M_{\parallel} = 1.173\ 752 & \log M_{\parallel}^{\circ} = 0.842\ 695 \\ w_{\parallel} = -20^{\circ} 21' 27'' 3 & w_{\parallel}^{\circ} = -9^{\circ} 39' 26'' 0 \\ \log x_{\parallel} = 9.262\ 094 & \log x_{\parallel}^{\circ} = 8.934\ 647 \\ n_{\parallel} = +0.001\ 4916 & n_{\parallel}^{\circ} = +0.000\ 3302 \\ \log G_{\parallel} = 0.000\ 259 & \log G_{\parallel}^{\circ} = 0.000\ 057 \\ \log H_{\parallel} = 0 & \log H_{\parallel}^{\circ} = 0 \\ v_{\parallel} = -20^{\circ} 44' 10'' 2 & v_{\parallel}^{\circ} = -9^{\circ} 50' 7'' 1 \\ \log r_{\parallel} = 0.003\ 568 & \log r_{\parallel}^{\circ} = 9.992\ 976 \\ u_{\parallel} = 149^{\circ} 58' 27'' 5 & u_{\parallel}^{\circ} = 160^{\circ} 52' 30'' 6.\end{array}$$

Nach Anh. IV. B. 24) findet sich:

$$\begin{array}{ll}\lambda_{\parallel} = 0^{\circ} 56' 5'' 7 & \lambda_{\parallel}^{\circ} = 356^{\circ} 26' 10'' 6 \\ \beta_{\parallel} = +29\ 13\ 19.4 & \beta_{\parallel}^{\circ} = +9\ 24\ 43.9,\end{array}$$

und hieraus:

$$\text{Beob.-Rechg.} \left\{ \begin{array}{ll} d\lambda_{\parallel} \cos \beta_{\parallel} = +3'' 9 & d\lambda_{\parallel}^{\circ} \cos \beta_{\parallel}^{\circ} = +2'' 6 \\ d\beta_{\parallel} = +0'' 1 & d\beta_{\parallel}^{\circ} = +0'' 1. \end{array} \right.$$

Die berechneten Orte liegen innerhalb der Unsicherheitsgrenzen einer sechsstelligen Rechnung in den bestimmten grössten Kreisen, da sich die auftretenden Fehler durch Änderungen von ein bis zwei Einheiten der sechsten Decimale in den Logarithmen der heliocentrischen Coordinaten wegschaffen lassen.



### III. Abschnitt. Ermittlung einer Kreisbahn.

Durch die Annahme einer kreisförmigen Bahn, in deren Centrum der Sonnenmittelpunkt sich befindet, ist die Anzahl der zu bestimmenden Elemente auf vier reducirt, nämlich die Neigung  $i$ , die Länge des aufsteigenden Knotens  $\Omega$ , den Radius des Kreises  $a$  und das Argument der Breite  $u_1$  für eine bestimmte Epoche; es sind somit zwei vollständige Beobachtungen zu deren Bestimmung ausreichend. Bezeichnet man mit  $u$  das Argument der Breite für die Zeit  $t$ , welche man, die Epoche als Ausgangspunkt betrachtend, in Einheiten des mittleren Sonnentages zählt, so erhält man zur Berechnung von  $u$  die Relation:

$$u = u_1 + \frac{k}{a^{3/2}} t = u_1 + \mu t,$$

in welcher  $\mu$  die bezügliche mittlere siderische Bewegung darstellt.

Es sollen die zur Rechnung nöthigen Formeln sofort in der Reihenfolge aufgeführt werden, in welcher man dieselben thatsächlich anzuwenden hat. Die Grundlagen der Rechnung seien:

| Beobachtg. | Beobachtgszeit. | Beob. Längen. | Beob. Breiten. | Sonnenlängen. | log Entfg der Sonne. |
|------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|----------------------|
| 1          | $t$ ,           | $\lambda$ ,   | $\beta$ ,      | $L$ ,         | $\log R$ ,           |
| 2          | $t''$           | $\lambda''$   | $\beta''$      | $L''$         | $\log R''$ .         |

Da es bei derartigen Bahnbestimmungen, welche meist nur unternommen werden, um für die nächste Zeit genäherte Ephemeriden zu erhalten, selten auf die grösste Schärfe ankommt, so wird es sich empfehlen, die Beobachtungen ohne Anbringung irgend welcher Correctionen für Präcession, Nutation, Aberration und Parallaxe zu verwerthen, man wird also die durch die Beobachtungen angegebenen Rectascensionen und Declinationen mit der wahren Schiefe der Ekliptik in Längen und Breiten umsetzen und diese so erhaltenen Coordinaten in Verbindung mit den zugehörigen wahren Sonnenlängen der Rechnung zu Grunde legen. Die schliesslich erhaltenen Elemente werden für das wahre Äquinocetium der ersten Beobachtung geltend angenommen

werden können, wenn man die kleinen Veränderungen der Reductionselemente in der Zwischenzeit übergeht. Zunächst berechnet man die Hilfsgrößen (vergl. 31) pag. 360):

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi, &= \cos \beta, \cos (\lambda, - L,) & , & & \cos \psi,, &= \cos \beta,, \cos (\lambda,, - L,,) \\ \sin \psi, \cos P, &= \cos \beta, \sin (\lambda, - L,) & , & & \sin \psi,, \cos P,, &= \cos \beta,, \sin (\lambda,, - L,,) \\ \sin \psi, \sin P, &= \sin \beta, & , & & \sin \psi,, \sin P,, &= \sin \beta,, \\ \sin \psi, \text{ und } \sin \psi,, &\text{ stets positiv zu nehmen;} \end{aligned} \right\} 1)$$

dann ermittelt man (vergl. 26) pag. 375 und 30) pag. 376):

$$\left. \begin{aligned} w \sin W &= \sin \frac{1}{2}(L,, - L,) \sin \frac{1}{2}(P,, + P,) & , & & h \sin H &= \sin \frac{1}{2}(L,, - L,) \cos \frac{1}{2}(P,, + P,) \\ w \cos W &= \cos \frac{1}{2}(L,, - L,) \sin \frac{1}{2}(P,, - P,) & , & & h \cos H &= \cos \frac{1}{2}(L,, - L,) \cos \frac{1}{2}(P,, - P,) \\ W' &= W - \frac{1}{2}(\psi,, + \psi) & , & & H' &= H + \frac{1}{2}(\psi,, - \psi) \\ \text{Probe: } w^2 + h^2 &= 1. \end{aligned} \right\} 2)$$

Bestimmt man unter einer Annahme über  $a$ , die Winkel  $z$ , und  $z,,$  (vergl. 29) pag. 360) nach:

$$\sin z, = \frac{R, \sin \psi,}{a} \quad , \quad \sin z,, = \frac{R,, \sin \psi,,}{a} \quad , \quad 3)$$

so wird die halbe heliocentrische Bewegung  $f$  ausgedrückt sein (vergl. 29) pag. 376) durch:

$$\sin f^2 = w^2 \sin [W' - \frac{1}{2}(z,, + z)]^2 + h^2 \sin [H' + \frac{1}{2}(z,, - z)]^2, \quad 4)$$

welcher Werth mit dem aus dem vierten Kepler'schen Gesetze (vergl. pag. 50) resultirenden, in Bogensekunden ausgedrückten Bogen:

$$f = \frac{k}{a^{3/2}} \cdot \frac{t,, - t,}{2 \text{ arc } 1''} \quad , \quad \log \frac{k}{2 \text{ arc } 1''} = 3.2489766, \quad 5)$$

stimmen muss, falls die richtige Annahme über  $a$  gemacht wurde. Einige Versuche in Verbindung mit einem einfachen Interpolationsverfahren werden bald den wahren Werth von  $a$  finden lassen.

Bei der Bestimmung der Winkel  $z$ , und  $z,,$  nach den obigen Gleichungen 3) kann ein Zweifel entstehen, ob die zu dem stets positiven Sinus gehörenden Bogen im ersten oder zweiten Quadranten zu nehmen seien. Da  $\psi,$ ,  $z$ , einerseits,  $\psi,,$ ,  $z,,$  andererseits je einem ebenen Dreiecke angehören, so dürfen die Bogen  $\psi,$  +  $z$ , und  $\psi,,$  +  $z,,$  niemals den Betrag von  $180^\circ$  überschreiten; sind daher  $\psi,$  und  $\psi,,$  grösser als  $90^\circ$ , wie dies bei Anwendung der vorstehenden Methode meist der Fall sein wird, so dürfen  $z$ , und  $z,,$  nur im ersten Quadranten genommen werden, sind dagegen  $\psi,$  und  $\psi,,$  kleiner als  $90^\circ$ , so können unter Umständen sowol die im ersten Quadranten genommenen Werthe von  $z$ , und  $z,,$  als auch deren Supplemente zu  $180^\circ$  in Betracht kommen.

Ist der wahre Werth von  $a$  ermittelt, so kann an die Ableitung der Elemente geschritten werden; um hierbei gute Controlen zu erhalten, wird sich die Befolgung des folgenden Verfahrens empfehlen. Zunächst leitet man aus den Werthen von  $a$  die geocentrischen Distanzen  $q$ , und  $q,,$  ab, nach (vgl. pag. 360):

$$\left. \begin{aligned} q, &= R, \cos \psi, + a \cos z, \\ q,, &= R,, \cos \psi,, + a \cos z,, \end{aligned} \right\} 6)$$

welche Form in der Regel vor der scheinbar bequemeren:

$$\varrho = \frac{a \sin(z + \psi)}{\sin \psi},$$

den Vorzug verdient. Aus den geocentrischen Distanzen finden sich die heliocentrischen Coordinaten [vergl. 4) pag. 21]:

$$\left. \begin{aligned} a \cos(l, - L_r) \cos b, &= \varrho \cos(\lambda, - L_r) \cos \beta, - R_r, & a \cos(l_r - L_r) \cos b_r &= \varrho_r \cos(\lambda_r - L_r) \cos \beta_r - R_r, \\ a \sin(l, - L_r) \cos b, &= \varrho \sin(\lambda, - L_r) \cos \beta, & a \sin(l_r - L_r) \cos b_r &= \varrho_r \sin(\lambda_r - L_r) \cos \beta_r, \\ a \sin b, &= \varrho \sin \beta, & a \sin b_r &= \varrho_r \sin \beta_r. \end{aligned} \right\} 7)$$

Hierbei müssen die Werthe von  $a$  identisch mit dem durch die Versuche erhaltenen gefunden werden. Neigung und Knoten erhält man aus [vergl. 1) pag. 102]:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} i \sin(l, - \Omega) &= \operatorname{tg} b, \\ \operatorname{tg} i \cos(l, - \Omega) &= \frac{\operatorname{tg} b_r - \operatorname{tg} b \cos(l_r - l)}{\sin(l_r - l)}, \end{aligned} \right\} 8)$$

in welchen Formeln, weil dieselben wohl nur auf Planeten angewendet werden,  $\operatorname{tg} i$  stets positiv anzunehmen ist. Die Argumente der Breite finden sich [vergl. 3) pag. 102] nach:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} u, &= \operatorname{tg}(l, - \Omega) \sec i \\ \operatorname{tg} u_r &= \operatorname{tg}(l_r - \Omega) \sec i. \end{aligned} \right\} 9)$$

Als Probe hierfür gilt:

$$u_r - u, = 2f. \quad 10)$$

Die in Bogensekunden ausgedrückte tägliche mittlere siderische Bewegung  $\mu$  ergibt sich nach:

$$\mu = \frac{k''}{a^{\frac{1}{2}}}, \quad \log k'' = 3.550 \ 0066. \quad \left. \right\} 11)$$

Um nun eine Ephemeride abzuleiten, berechnet man mit der wahren Schiefe der Ekliptik  $\epsilon$ , welche etwa der Zeitmitte entspricht, die bekannten Äquatorconstanten [vgl. 14) pag. 18] nach:

$$\left. \begin{aligned} n \sin N &= \sin i, & \sin b \sin B &= \sin \Omega \cos \epsilon \\ n \cos N &= \cos \Omega \cos i, & \sin b \cos B &= n \cos(N + \epsilon) \\ \sin a \sin A &= \cos \Omega, & \sin c \sin C &= \sin \Omega \sin \epsilon \\ \sin a \cos A &= -\sin \Omega \cos i, & \sin c \cos C &= n \sin(N + \epsilon), \end{aligned} \right\} 12)$$

und setzt abkürzend:

$$\left. \begin{aligned} A' &= A + u, & \alpha &= a \sin a \\ B' &= B + u, & \beta &= a \sin b \\ C' &= C + u, & \gamma &= a \sin c, \end{aligned} \right\} 13)$$

dann sind die wahren heliocentrischen Sonnencoordinaten bestimmt durch:

$$\left. \begin{aligned} x &= \alpha \sin(A' + \mu t) \\ y &= \beta \sin(B' + \mu t) \\ z &= \gamma \sin(C' + \mu t), \end{aligned} \right\} 14)$$

in welchen Formeln  $t$  die seit der Epoche der ersten Beobachtung verfllossene Zeit in mittleren Sonnentagen darstellt.

Es sollen nun die vorstehend entwickelten Formeln durch ein Beispiel erläutert werden, in welchem, da wie in allen ähnlichen Fällen nicht die grösste Genauigkeit gefordert wird, die Rechnung nur fünfstellig geführt wird. Die Beobachtungen sind dem Planeten (44) Angelina entlehnt und liefern als Grundlagen der Rechnung:

| mittl. Berl. Zeit: | $\lambda$    | $\beta$      | $L$          | $\log R$ |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| 1861 März 9.5      | 180° 42' 36" | — 1° 34' 28" | 349° 24' 10" | 9.99727  |
| „ 18.5             | 178 39 25    | — 1 39 2     | 358 21 53    | 9.99835, |

welche Angaben auf das wahre Äquinocmium 1861 März 9.5 bezogen gedacht sind. Nach 1) (pag. 448) erhält man:

$$\begin{aligned}\psi, &= 168^{\circ} 35' 6'', & P, &= 187^{\circ} 58' 48'' \\ \psi_{\prime\prime} &= 178 19 26, & P_{\prime\prime} &= 259 57 47;\end{aligned}$$

nach 2) (pag. 448) findet sich:

$$\begin{aligned}W' &= 181^{\circ} 15' 21'', & \log w^2 &= 9.53930 \\ H' &= 0 52 55, & \log h^2 &= 9.81544.\end{aligned}$$

Nun sind die Gleichungen 3), 4) und 5) (pag. 448) durch Versuche aufzulösen. Da die Beobachtungen einem kleinen Planeten angehören, so kann für den ersten Versuch  $a = 2.5$  angenommen werden; bezeichnet man den aus der Formel 4) (pag. 448) für  $f$  resultirenden Werth mit  $f_g$ , den durch die Gleichung 5) erhaltenen mit  $f_p$ , so ergibt dieser Versuch:

$$f_g - f_p = + 1' 43'';$$

es muss daher die Annahme über  $a$  etwas vergrössert werden; der zweite Versuch wurde deshalb mit dem Werthe  $a = 2.65$  durchgeführt und ergab:

$$f_g - f_p = - 4''.$$

Durch eine lineare Interpolation findet sich der verbesserte Werth von  $a = 2.64439$ , mit welchem der dritte Versuch durchgeführt wurde; da sich in demselben:

$$f_g - f_p = 0,$$

fand, so ist der letzte Werth als der wahre zu bezeichnen. Die Rechnung dieser drei Versuche gestaltete sich, wie folgt:

| Versuch:                                  | 1.         | 2.         | 3.         |
|-------------------------------------------|------------|------------|------------|
| $a$                                       | 2.50000    | 2.65000    | 2.64439    |
| $\log a$                                  | 0.39794    | 0.42325    | 0.42233    |
| $z,$                                      | 4° 30' 44" | 4° 15' 22" | 4° 15' 55" |
| $z_{\prime\prime}$                        | 0 40 4     | 0 37 48    | 0 37 53    |
| $\frac{1}{2}(z_{\prime\prime} + z,)$      | 2 35 24    | 2 26 35    | 2 26 54    |
| $\frac{1}{2}(z_{\prime\prime} - z,)$      | — 1 55 20  | — 1 48 47  | — 1 49 1   |
| $W' - \frac{1}{2}(z_{\prime\prime} + z,)$ | 178 39 57  | 178 48 46  | 178 48 27  |
| $H' + \frac{1}{2}(z_{\prime\prime} - z,)$ | — 1 2 25   | — 0 55 52  | — 0 56 6   |

|                                       |           |           |           |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| $\sin\{W' - \frac{1}{2}(z'' + z)\}^2$ | 6.73410   | 6.63276   | 6.63661   |
| $\sin\{H' + \frac{1}{2}(z'' - z)\}^2$ | 6.51801   | 6.42172   | 6.42534   |
| $\log I$                              | 6.27340   | 6.17206   | 6.17591   |
| $\log II$                             | 6.33345   | 6.23716   | 6.24078   |
| Add.                                  | 0.27204   | 0.26970   | 0.26980   |
| $\sin f_g^2$                          | 6.60549   | 6.50686   | 6.51058   |
| $\sin f_g$                            | 8.30274   | 8.25343   | 8.25529   |
| $f_g$                                 | 1° 9' 2"  | 1° 1' 37" | 1° 1' 53" |
| $\sqrt{a}$                            | 0.19897   | 0.21162   | 0.21116   |
| $a^{\frac{3}{2}}$                     | 0.59691   | 0.63487   | 0.63349   |
| $\log f_p$                            | 3.60631   | 3.56835   | 3.56973   |
| $f_p$                                 | 1° 7' 19" | 1° 1' 41" | 1° 1' 53" |
| $f_g - f_p +$                         | 1 43      | — 4       | 0.        |

Nach 6) (pag. 448) erhält man:

$$\log q = 0.22088, \quad \log q'' = 0.21708,$$

nach 7) (pag. 449):

$$\begin{aligned} l &= 176^\circ 29' 2'' & l'' &= 178^\circ 32' 49'' \\ \log \operatorname{tg} b &= 8_n 23758 & \log \operatorname{tg} b'' &= 8_n 25428 \\ \log a &= 0.42232 & \log a &= 0.42232, \end{aligned}$$

nach 8) (pag. 449):

$$\Omega = 314^\circ 23' 17'', \quad i = 1^\circ 28' 36'',$$

nach 9) (pag. 449):

$$u = 222^\circ 6' 18'', \quad u'' = 224^\circ 10' 5'',$$

Die nach 10) (pag. 449) folgende Probe stimmt bis auf eine Bogensekunde. Nach 11) (pag. 449) wird:

$$\mu = 825''_{12}.$$

Die Kreiselemente sind daher zusammengestellt:

Epoche: 1861 März 9.5 mittl. Berl. Zeit

$$\left. \begin{aligned} u &= 222^\circ 6' 18'' \\ \Omega &= 314 \quad 23 \quad 17 \\ i &= \quad 1 \quad 28 \quad 36 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{wahres Äquinoc.} \\ \text{der Epoche.} \end{array}$$

$$\mu = 825''_{12}$$

$$\log a = 0.42233.$$

Um nun aus diesen Elementen eine Ephemeride zu erhalten, berechnet man nach 12) (pag. 449) mit der wahren Schiefe ( $23^\circ 27' 29''$ ):

$$\begin{aligned} A &= 44^\circ 23' 47'' & \log \sin a &= 9.99992 \\ B &= 313 \quad 55 \quad 0 & \log \sin b &= 9.95907 \\ C &= 316 \quad 42 \quad 40 & \log \sin c &= 9.61793 \end{aligned}$$

und erlangt demnach nach 13) und 14) (pag. 449) zur Bestimmung der rechtwinkligen wahren heliocentrischen Coordinaten die Formen:

$$\begin{aligned} x &= \overline{0.42225} \sin(266^\circ 30' 5'' + 825''12 t) \\ y &= \overline{0.38140} \sin(176 \quad 1 \quad 18 + 825''12 t) \\ z &= \overline{0.04026} \sin(178 \quad 48 \quad 58 + 825''12 t), \end{aligned}$$

in welchen die überstrichenen Factoren logarithmisch angesetzt sind und  $t$  in Einheiten des mittleren Sonnentages von der Epoche 1861 März 9.5 zu zählen ist. Leitet man hieraus eine Ephemeride ab, so erhält man die folgenden Zahlen, neben welchen die Correctionen, welcher die Ephemeride bedarf, um mit den Beobachtungen zu stimmen, angesetzt sind:

| mittl. Berl. Zeit: | $\alpha$       | $\delta$            | $\Delta\alpha$ | $\Delta\delta$ |
|--------------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|
| 1861 März 9.5      | $12^h 0^m 6^s$ | $- 1^\circ 43' 6''$ | $0^s$          | $0.0$          |
| „ 17.5             | 11 53 18       | $- 1 \quad 3.9$     | 0              | 0.0            |
| „ 25.5             | 11 46 27       | $- 0 \quad 22.5$    | + 5            | - 0.4          |
| April 2.5          | 11 40 3        | + 0 17.1            | + 16           | - 1.4          |
| „ 10.5             | 11 34 35       | + 0 51.9            | + 36           | - 3.1          |
| „ 18.5             | 11 30 23       | + 1 19.5            | + 65           | - 5.7.         |

Eine solche Ephemeride würde den Beobachtern sehr gute Dienste geleistet haben, da die Fehler für nahe liegende Epochen als relativ gering zu bezeichnen sind.

# **TAFELN.**

**Tafel I.**

vergl. pag. 25.

| Mittl. Zeit                                  | Red. auf Sternzeit              | Mittl. Zeit                                   | Red. auf Sternzeit                | Mittl. Zeit                                     | Red. auf Sternzeit                | Mittl. Zeit                                     | Red. auf Sternzeit                | P. p.                          |                  |
|----------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------|
| 0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> | 0 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> 0 | 6 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup> | + 1 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> 0 | 12 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> | + 2 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> 0 | 18 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup> | + 3 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> 0 | 0 <sup>s</sup>                 | 0 <sup>s</sup> 0 |
| 6 5                                          | + 0 1.0                         | 11 20                                         | + 1 1.0                           | 16 34                                           | + 2 1.0                           | 21 49                                           | + 3 1.0                           | 37 <sup>s</sup>                | 0.1              |
| 12 10                                        | + 0 2.0                         | 17 25                                         | + 1 2.0                           | 22 40                                           | + 2 2.0                           | 27 54                                           | + 3 2.0                           | 1 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> | 0.2              |
| 18 16                                        | + 0 3.0                         | 23 30                                         | + 1 3.0                           | 28 45                                           | + 2 3.0                           | 33 59                                           | + 3 3.0                           | 1 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup> | 0.3              |
| 24 21                                        | + 0 4.0                         | 29 36                                         | + 1 4.0                           | 34 50                                           | + 2 4.0                           | 40 5                                            | + 3 4.0                           | 2 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> | 0.4              |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   | 3 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup>  | 0.5              |
| 30 26                                        | + 0 5.0                         | 35 41                                         | + 1 5.0                           | 40 55                                           | + 2 5.0                           | 46 10                                           | + 3 5.0                           | 3 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> | 0.6              |
| 36 31                                        | + 0 6.0                         | 41 46                                         | + 1 6.0                           | 47 1                                            | + 2 6.0                           | 52 15                                           | + 3 6.0                           | 4 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup> | 0.7              |
| 42 37                                        | + 0 7.0                         | 47 51                                         | + 1 7.0                           | 53 6                                            | + 2 7.0                           | 18 58 20                                        | + 3 7.0                           | 4 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup> | 0.8              |
| 48 42                                        | + 0 8.0                         | 6 53 56                                       | + 1 8.0                           | 12 59 11                                        | + 2 8.0                           | 19 4 26                                         | + 3 8.0                           | 5 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> | 0.9              |
| 0 54 47                                      | + 0 9.0                         | 7 0 2                                         | + 1 9.0                           | 13 5 16                                         | + 2 9.0                           | 10 31                                           | + 3 9.0                           |                                |                  |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                  |
| 1 0 52                                       | + 0 10.0                        | 6 7                                           | + 1 10.0                          | 11 21                                           | + 2 10.0                          | 16 36                                           | + 3 10.0                          |                                |                  |
| 6 58                                         | + 0 11.0                        | 12 12                                         | + 1 11.0                          | 17 27                                           | + 2 11.0                          | 22 41                                           | + 3 11.0                          | 0 <sup>s</sup>                 | 0 <sup>s</sup> 0 |
| 13 3                                         | + 0 12.0                        | 18 17                                         | + 1 12.0                          | 23 32                                           | + 2 12.0                          | 28 47                                           | + 3 12.0                          | 4 <sup>s</sup>                 | 0.01             |
| 19 8                                         | + 0 13.0                        | 24 23                                         | + 1 13.0                          | 29 37                                           | + 2 13.0                          | 34 52                                           | + 3 13.0                          | 7 <sup>s</sup>                 | 0.02             |
| 25 13                                        | + 0 14.0                        | 30 28                                         | + 1 14.0                          | 35 42                                           | + 2 14.0                          | 40 57                                           | + 3 14.0                          | 11 <sup>s</sup>                | 0.03             |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   | 15 <sup>s</sup>                | 0.04             |
| 31 19                                        | + 0 15.0                        | 36 33                                         | + 1 15.0                          | 41 48                                           | + 2 15.0                          | 47 2                                            | + 3 15.0                          | 18 <sup>s</sup>                | 0.05             |
| 37 24                                        | + 0 16.0                        | 42 38                                         | + 1 16.0                          | 47 53                                           | + 2 16.0                          | 53 7                                            | + 3 16.0                          | 22 <sup>s</sup>                | 0.06             |
| 43 29                                        | + 0 17.0                        | 48 44                                         | + 1 17.0                          | 13 53 58                                        | + 2 17.0                          | 19 59 13                                        | + 3 17.0                          | 26 <sup>s</sup>                | 0.07             |
| 49 34                                        | + 0 18.0                        | 7 54 49                                       | + 1 18.0                          | 14 0 3                                          | + 2 18.0                          | 20 5 18                                         | + 3 18.0                          | 29 <sup>s</sup>                | 0.08             |
| 1 55 40                                      | + 0 19.0                        | 8 0 54                                        | + 1 19.0                          | 6 9                                             | + 2 19.0                          | 11 23                                           | + 3 19.0                          | 33 <sup>s</sup>                | 0.09             |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                  |
| 2 1 45                                       | + 0 20.0                        | 6 59                                          | + 1 20.0                          | 12 14                                           | + 2 20.0                          | 17 28                                           | + 3 20.0                          |                                |                  |
| 7 50                                         | + 0 21.0                        | 13 5                                          | + 1 21.0                          | 18 19                                           | + 2 21.0                          | 23 34                                           | + 3 21.0                          |                                |                  |
| 13 55                                        | + 0 22.0                        | 19 10                                         | + 1 22.0                          | 24 24                                           | + 2 22.0                          | 29 39                                           | + 3 22.0                          |                                |                  |
| 20 1                                         | + 0 23.0                        | 25 15                                         | + 1 23.0                          | 30 30                                           | + 2 23.0                          | 35 44                                           | + 3 23.0                          |                                |                  |
| 26 6                                         | + 0 24.0                        | 31 20                                         | + 1 24.0                          | 36 35                                           | + 2 24.0                          | 41 49                                           | + 3 24.0                          |                                |                  |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                  |
| 32 11                                        | + 0 25.0                        | 37 26                                         | + 1 25.0                          | 42 40                                           | + 2 25.0                          | 47 55                                           | + 3 25.0                          |                                |                  |
| 38 16                                        | + 0 26.0                        | 43 31                                         | + 1 26.0                          | 48 45                                           | + 2 26.0                          | 20 54 0                                         | + 3 26.0                          |                                |                  |
| 44 22                                        | + 0 27.0                        | 49 36                                         | + 1 27.0                          | 14 54 51                                        | + 2 27.0                          | 21 0 5                                          | + 3 27.0                          |                                |                  |
| 50 27                                        | + 0 28.0                        | 8 55 41                                       | + 1 28.0                          | 15 0 56                                         | + 2 28.0                          | 6 10                                            | + 3 28.0                          |                                |                  |
| 2 56 32                                      | + 0 29.0                        | 9 1 47                                        | + 1 29.0                          | 7 1                                             | + 2 29.0                          | 12 16                                           | + 3 29.0                          |                                |                  |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                  |
| 3 2 37                                       | + 0 30.0                        | 7 52                                          | + 1 30.0                          | 13 6                                            | + 2 30.0                          | 18 21                                           | + 3 30.0                          |                                |                  |
| 8 43                                         | + 0 31.0                        | 13 57                                         | + 1 31.0                          | 19 12                                           | + 2 31.0                          | 24 26                                           | + 3 31.0                          |                                |                  |
| 14 48                                        | + 0 32.0                        | 20 2                                          | + 1 32.0                          | 25 17                                           | + 2 32.0                          | 30 31                                           | + 3 32.0                          |                                |                  |
| 20 53                                        | + 0 33.0                        | 26 8                                          | + 1 33.0                          | 31 22                                           | + 2 33.0                          | 36 37                                           | + 3 33.0                          |                                |                  |
| 26 58                                        | + 0 34.0                        | 32 13                                         | + 1 34.0                          | 37 27                                           | + 2 34.0                          | 42 42                                           | + 3 34.0                          |                                |                  |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                  |
| 33 3                                         | + 0 35.0                        | 38 18                                         | + 1 35.0                          | 43 33                                           | + 2 35.0                          | 48 47                                           | + 3 35.0                          |                                |                  |
| 39 9                                         | + 0 36.0                        | 44 23                                         | + 1 36.0                          | 49 38                                           | + 2 36.0                          | 21 54 52                                        | + 3 36.0                          |                                |                  |
| 45 14                                        | + 0 37.0                        | 50 28                                         | + 1 37.0                          | 15 55 43                                        | + 2 37.0                          | 22 0 58                                         | + 3 37.0                          |                                |                  |
| 51 19                                        | + 0 38.0                        | 9 56 34                                       | + 1 38.0                          | 16 1 48                                         | + 2 38.0                          | 7 3                                             | + 3 38.0                          |                                |                  |
| 3 57 24                                      | + 0 39.0                        | 10 2 39                                       | + 1 39.0                          | 7 54                                            | + 2 39.0                          | 13 8                                            | + 3 39.0                          |                                |                  |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                  |
| 4 3 30                                       | + 0 40.0                        | 8 44                                          | + 1 40.0                          | 13 59                                           | + 2 40.0                          | 19 13                                           | + 3 40.0                          |                                |                  |
| 9 35                                         | + 0 41.0                        | 14 49                                         | + 1 41.0                          | 20 4                                            | + 2 41.0                          | 25 19                                           | + 3 41.0                          |                                |                  |
| 15 40                                        | + 0 42.0                        | 20 55                                         | + 1 42.0                          | 26 9                                            | + 2 42.0                          | 31 24                                           | + 3 42.0                          |                                |                  |
| 21 45                                        | + 0 43.0                        | 27 0                                          | + 1 43.0                          | 32 14                                           | + 2 43.0                          | 37 29                                           | + 3 43.0                          |                                |                  |
| 27 51                                        | + 0 44.0                        | 33 5                                          | + 1 44.0                          | 38 20                                           | + 2 44.0                          | 43 34                                           | + 3 44.0                          |                                |                  |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                  |
| 33 56                                        | + 0 45.0                        | 39 10                                         | + 1 45.0                          | 44 25                                           | + 2 45.0                          | 49 39                                           | + 3 45.0                          |                                |                  |
| 40 1                                         | + 0 46.0                        | 45 16                                         | + 1 46.0                          | 50 30                                           | + 2 46.0                          | 22 55 45                                        | + 3 46.0                          |                                |                  |
| 46 6                                         | + 0 47.0                        | 51 21                                         | + 1 47.0                          | 16 56 35                                        | + 2 47.0                          | 23 1 50                                         | + 3 47.0                          |                                |                  |
| 52 12                                        | + 0 48.0                        | 10 57 26                                      | + 1 48.0                          | 17 2 41                                         | + 2 48.0                          | 7 55                                            | + 3 48.0                          |                                |                  |
| 4 58 17                                      | + 0 49.0                        | 11 3 31                                       | + 1 49.0                          | 8 46                                            | + 2 49.0                          | 14 0                                            | + 3 49.0                          |                                |                  |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                  |
| 5 4 22                                       | + 0 50.0                        | 9 37                                          | + 1 50.0                          | 14 51                                           | + 2 50.0                          | 20 6                                            | + 3 50.0                          |                                |                  |
| 10 27                                        | + 0 51.0                        | 15 42                                         | + 1 51.0                          | 20 56                                           | + 2 51.0                          | 26 11                                           | + 3 51.0                          |                                |                  |
| 16 33                                        | + 0 52.0                        | 21 47                                         | + 1 52.0                          | 27 2                                            | + 2 52.0                          | 32 16                                           | + 3 52.0                          |                                |                  |
| 22 38                                        | + 0 53.0                        | 27 52                                         | + 1 53.0                          | 33 7                                            | + 2 53.0                          | 38 21                                           | + 3 53.0                          |                                |                  |
| 28 43                                        | + 0 54.0                        | 33 58                                         | + 1 54.0                          | 39 12                                           | + 2 54.0                          | 44 27                                           | + 3 54.0                          |                                |                  |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                  |
| 34 48                                        | + 0 55.0                        | 40 3                                          | + 1 55.0                          | 45 17                                           | + 2 55.0                          | 50 32                                           | + 3 55.0                          |                                |                  |
| 40 54                                        | + 0 56.0                        | 46 8                                          | + 1 56.0                          | 51 23                                           | + 2 56.0                          | 23 56 37                                        | + 3 56.0                          |                                |                  |
| 46 59                                        | + 0 57.0                        | 52 13                                         | + 1 57.0                          | 17 57 28                                        | + 2 57.0                          | 24 2 42                                         | + 3 57.0                          |                                |                  |
| 53 4                                         | + 0 58.0                        | 11 58 19                                      | + 1 58.0                          | 18 3 33                                         | + 2 58.0                          | 8 48                                            | + 3 58.0                          |                                |                  |
| 5 59 9                                       | + 0 59.0                        | 12 4 24                                       | + 1 59.0                          | 9 38                                            | + 2 59.0                          | 14 53                                           | + 3 59.0                          |                                |                  |
| 6 5 15                                       | + 1 0.0                         | 12 10 29                                      | + 2 0.0                           | 18 15 44                                        | + 3 0.0                           | 24 20 58                                        | + 4 0.0                           |                                |                  |



## Tafel II.

vergl. pag. 27.

| Sternzeit                                    | Red. auf<br>mittl. Zeit         | Sternzeit                                     | Red. auf<br>mittl. Zeit           | Sternzeit                                       | Red. auf<br>mittl. Zeit           | Sternzeit                                       | Red. auf<br>mittl. Zeit           | P. p.                          |                   |
|----------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> | 0 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> 0 | 6 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup> | — 1 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> 0 | 12 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> | — 2 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> 0 | 18 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup> | — 3 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> 0 | 0 <sup>s</sup>                 | 0 <sup>s</sup> 0  |
| 6 6                                          | — 0 1.0                         | 12 21                                         | — 1 1.0                           | 18 35                                           | — 2 1.0                           | 24 50                                           | — 3 1.0                           | 37 <sup>s</sup>                | 0.1               |
| 12 12                                        | — 0 2.0                         | 18 27                                         | — 1 2.0                           | 24 42                                           | — 2 2.0                           | 30 56                                           | — 3 2.0                           | 1 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> | 0.2               |
| 18 19                                        | — 0 3.0                         | 24 33                                         | — 1 3.0                           | 30 48                                           | — 2 3.0                           | 37 2                                            | — 3 3.0                           | 1 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup> | 0.3               |
| 24 25                                        | — 0 4.0                         | 30 40                                         | — 1 4.0                           | 36 54                                           | — 2 4.0                           | 43 9                                            | — 3 4.0                           | 2 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> | 0.4               |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   | 3 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup>  | 0.5               |
| 30 31                                        | — 0 5.0                         | 36 46                                         | — 1 5.0                           | 43 0                                            | — 2 5.0                           | 49 15                                           | — 3 5.0                           | 3 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup> | 0.6               |
| 36 37                                        | — 0 6.0                         | 42 52                                         | — 1 6.0                           | 49 7                                            | — 2 6.0                           | 18 55 21                                        | — 3 6.0                           | 4 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup> | 0.7               |
| 42 44                                        | — 0 7.0                         | 48 58                                         | — 1 7.0                           | 12 55 13                                        | — 2 7.0                           | 19 1 27                                         | — 3 7.0                           | 4 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> | 0.8               |
| 48 50                                        | — 0 8.0                         | 6 55 4                                        | — 1 8.0                           | 13 1 19                                         | — 2 8.0                           | 7 34                                            | — 3 8.0                           | 5 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> | 0.9               |
| 0 54 56                                      | — 0 9.0                         | 7 1 11                                        | — 1 9.0                           | 7 25                                            | — 2 9.0                           | 13 40                                           | — 3 9.0                           |                                |                   |
| 1 1 2                                        | — 0 10.0                        | 7 17                                          | — 1 10.0                          | 13 31                                           | — 2 10.0                          | 19 46                                           | — 3 10.0                          |                                |                   |
| 7 9                                          | — 0 11.0                        | 13 23                                         | — 1 11.0                          | 19 38                                           | — 2 11.0                          | 25 52                                           | — 3 11.0                          |                                |                   |
| 13 15                                        | — 0 12.0                        | 19 29                                         | — 1 12.0                          | 25 44                                           | — 2 12.0                          | 31 59                                           | — 3 12.0                          | 0 <sup>s</sup>                 | 0 <sup>s</sup> 00 |
| 19 21                                        | — 0 13.0                        | 25 36                                         | — 1 13.0                          | 31 50                                           | — 2 13.0                          | 38 5                                            | — 3 13.0                          | 4 <sup>s</sup>                 | 0.01              |
| 25 27                                        | — 0 14.0                        | 31 42                                         | — 1 14.0                          | 37 56                                           | — 2 14.0                          | 44 11                                           | — 3 14.0                          | 7 <sup>s</sup>                 | 0.02              |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   | 11 <sup>s</sup>                | 0.03              |
| 31 34                                        | — 0 15.0                        | 37 48                                         | — 1 15.0                          | 44 3                                            | — 2 15.0                          | 50 17                                           | — 3 15.0                          | 15 <sup>s</sup>                | 0.04              |
| 37 40                                        | — 0 16.0                        | 43 54                                         | — 1 16.0                          | 50 9                                            | — 2 16.0                          | 19 56 23                                        | — 3 16.0                          | 18 <sup>s</sup>                | 0.05              |
| 43 46                                        | — 0 17.0                        | 50 1                                          | — 1 17.0                          | 13 56 15                                        | — 2 17.0                          | 20 2 30                                         | — 3 17.0                          | 22 <sup>s</sup>                | 0.06              |
| 49 52                                        | — 0 18.0                        | 7 56 7                                        | — 1 18.0                          | 14 2 21                                         | — 2 18.0                          | 8 36                                            | — 3 18.0                          | 26 <sup>s</sup>                | 0.07              |
| 1 55 59                                      | — 0 19.0                        | 8 2 13                                        | — 1 19.0                          | 8 28                                            | — 2 19.0                          | 14 42                                           | — 3 19.0                          | 29 <sup>s</sup>                | 0.08              |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   | 33 <sup>s</sup>                | 0.09              |
| 2 2 5                                        | — 0 20.0                        | 8 19                                          | — 1 20.0                          | 14 34                                           | — 2 20.0                          | 20 48                                           | — 3 20.0                          |                                |                   |
| 8 11                                         | — 0 21.0                        | 14 26                                         | — 1 21.0                          | 20 40                                           | — 2 21.0                          | 26 55                                           | — 3 21.0                          |                                |                   |
| 14 17                                        | — 0 22.0                        | 20 32                                         | — 1 22.0                          | 26 46                                           | — 2 22.0                          | 33 1                                            | — 3 22.0                          |                                |                   |
| 20 24                                        | — 0 23.0                        | 26 38                                         | — 1 23.0                          | 32 53                                           | — 2 23.0                          | 39 7                                            | — 3 23.0                          |                                |                   |
| 26 30                                        | — 0 24.0                        | 32 44                                         | — 1 24.0                          | 38 59                                           | — 2 24.0                          | 45 13                                           | — 3 24.0                          |                                |                   |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                   |
| 32 36                                        | — 0 25.0                        | 38 51                                         | — 1 25.0                          | 45 5                                            | — 2 25.0                          | 51 20                                           | — 3 25.0                          |                                |                   |
| 38 42                                        | — 0 26.0                        | 44 57                                         | — 1 26.0                          | 51 11                                           | — 2 26.0                          | 20 57 26                                        | — 3 26.0                          |                                |                   |
| 44 49                                        | — 0 27.0                        | 51 3                                          | — 1 27.0                          | 14 57 18                                        | — 2 27.0                          | 21 3 32                                         | — 3 27.0                          |                                |                   |
| 50 55                                        | — 0 28.0                        | 8 57 9                                        | — 1 28.0                          | 15 3 24                                         | — 2 28.0                          | 9 38                                            | — 3 28.0                          |                                |                   |
| 2 57 1                                       | — 0 29.0                        | 9 3 16                                        | — 1 29.0                          | 9 30                                            | — 2 29.0                          | 15 45                                           | — 3 29.0                          |                                |                   |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                   |
| 3 3 7                                        | — 0 30.0                        | 9 22                                          | — 1 30.0                          | 15 36                                           | — 2 30.0                          | 21 51                                           | — 3 30.0                          |                                |                   |
| 9 14                                         | — 0 31.0                        | 15 28                                         | — 1 31.0                          | 21 43                                           | — 2 31.0                          | 27 57                                           | — 3 31.0                          |                                |                   |
| 15 20                                        | — 0 32.0                        | 21 34                                         | — 1 32.0                          | 27 49                                           | — 2 32.0                          | 34 3                                            | — 3 32.0                          |                                |                   |
| 21 26                                        | — 0 33.0                        | 27 41                                         | — 1 33.0                          | 33 55                                           | — 2 33.0                          | 40 10                                           | — 3 33.0                          |                                |                   |
| 27 32                                        | — 0 34.0                        | 33 47                                         | — 1 34.0                          | 40 1                                            | — 2 34.0                          | 46 16                                           | — 3 34.0                          |                                |                   |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                   |
| 33 38                                        | — 0 35.0                        | 39 53                                         | — 1 35.0                          | 46 8                                            | — 2 35.0                          | 52 22                                           | — 3 35.0                          |                                |                   |
| 39 45                                        | — 0 36.0                        | 45 59                                         | — 1 36.0                          | 52 14                                           | — 2 36.0                          | 21 58 28                                        | — 3 36.0                          |                                |                   |
| 45 51                                        | — 0 37.0                        | 52 5                                          | — 1 37.0                          | 15 58 20                                        | — 2 37.0                          | 22 4 35                                         | — 3 37.0                          |                                |                   |
| 51 57                                        | — 0 38.0                        | 9 58 12                                       | — 1 38.0                          | 16 4 26                                         | — 2 38.0                          | 10 41                                           | — 3 38.0                          |                                |                   |
| 3 58 3                                       | — 0 39.0                        | 10 4 18                                       | — 1 39.0                          | 10 33                                           | — 2 39.0                          | 16 47                                           | — 3 39.0                          |                                |                   |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                   |
| 4 4 10                                       | — 0 40.0                        | 10 24                                         | — 1 40.0                          | 16 39                                           | — 2 40.0                          | 22 53                                           | — 3 40.0                          |                                |                   |
| 10 16                                        | — 0 41.0                        | 16 30                                         | — 1 41.0                          | 22 45                                           | — 2 41.0                          | 29 0                                            | — 3 41.0                          |                                |                   |
| 16 22                                        | — 0 42.0                        | 22 37                                         | — 1 42.0                          | 28 51                                           | — 2 42.0                          | 35 6                                            | — 3 42.0                          |                                |                   |
| 22 28                                        | — 0 43.0                        | 28 43                                         | — 1 43.0                          | 34 57                                           | — 2 43.0                          | 41 12                                           | — 3 43.0                          |                                |                   |
| 28 35                                        | — 0 44.0                        | 34 49                                         | — 1 44.0                          | 41 4                                            | — 2 44.0                          | 47 18                                           | — 3 44.0                          |                                |                   |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                   |
| 34 41                                        | — 0 45.0                        | 40 55                                         | — 1 45.0                          | 47 10                                           | — 2 45.0                          | 53 24                                           | — 3 45.0                          |                                |                   |
| 40 47                                        | — 0 46.0                        | 47 2                                          | — 1 46.0                          | 53 16                                           | — 2 46.0                          | 22 59 31                                        | — 3 46.0                          |                                |                   |
| 46 53                                        | — 0 47.0                        | 53 8                                          | — 1 47.0                          | 16 59 22                                        | — 2 47.0                          | 23 5 37                                         | — 3 47.0                          |                                |                   |
| 53 0                                         | — 0 48.0                        | 10 59 14                                      | — 1 48.0                          | 17 5 29                                         | — 2 48.0                          | 11 43                                           | — 3 48.0                          |                                |                   |
| 4 59 6                                       | — 0 49.0                        | 11 5 20                                       | — 1 49.0                          | 11 35                                           | — 2 49.0                          | 17 49                                           | — 3 49.0                          |                                |                   |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                   |
| 5 5 12                                       | — 0 50.0                        | 11 27                                         | — 1 50.0                          | 17 41                                           | — 2 50.0                          | 23 56                                           | — 3 50.0                          |                                |                   |
| 11 18                                        | — 0 51.0                        | 17 33                                         | — 1 51.0                          | 23 47                                           | — 2 51.0                          | 30 2                                            | — 3 51.0                          |                                |                   |
| 17 25                                        | — 0 52.0                        | 23 39                                         | — 1 52.0                          | 29 54                                           | — 2 52.0                          | 36 8                                            | — 3 52.0                          |                                |                   |
| 23 31                                        | — 0 53.0                        | 29 45                                         | — 1 53.0                          | 36 0                                            | — 2 53.0                          | 42 14                                           | — 3 53.0                          |                                |                   |
| 29 37                                        | — 0 54.0                        | 35 52                                         | — 1 54.0                          | 42 6                                            | — 2 54.0                          | 48 21                                           | — 3 54.0                          |                                |                   |
|                                              |                                 |                                               |                                   |                                                 |                                   |                                                 |                                   |                                |                   |
| 35 43                                        | — 0 55.0                        | 41 58                                         | — 1 55.0                          | 48 12                                           | — 2 55.0                          | 23 54 27                                        | — 3 55.0                          |                                |                   |
| 41 50                                        | — 0 56.0                        | 48 4                                          | — 1 56.0                          | 17 54 19                                        | — 2 56.0                          | 24 0 33                                         | — 3 56.0                          |                                |                   |
| 47 56                                        | — 0 57.0                        | 11 54 10                                      | — 1 57.0                          | 18 0 25                                         | — 2 57.0                          | 6 39                                            | — 3 57.0                          |                                |                   |
| 5 54 2                                       | — 0 58.0                        | 12 0 17                                       | — 1 58.0                          | 6 31                                            | — 2 58.0                          | 12 46                                           | — 3 58.0                          |                                |                   |
| 6 0 8                                        | — 0 59.0                        | 6 23                                          | — 1 59.0                          | 12 37                                           | — 2 59.0                          | 18 52                                           | — 3 59.0                          |                                |                   |
| 6 6 15                                       | — 1 0.0                         | 12 12 29                                      | — 2 0.0                           | 18 18 44                                        | — 3 0.0                           | 24 24 58                                        | — 4 0.0                           |                                |                   |

## Tafel III.

vergl. pag. 35.

| Name des Ortes       | Länge v. Berlin in Zeit<br>+ westlich<br>— östlich  | St. Zt.<br>im m.<br>Mittag<br>weniger<br>St. Zt.<br>im Berl.<br>Mittag | log $\varphi$ | log $A$ | log $D$ | Name des Ortes      | Länge v. Berlin in Zeit<br>+ westlich<br>— östlich  | St. Zt.<br>im m.<br>Mittag<br>weniger<br>St. Zt.<br>im Berl.<br>Mittag | log $\varphi$ | log $A$ | log $D$ |
|----------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|---------|---------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|---------|
| Åbo                  | — 0 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup> 50 | — 5 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> 4                                      | 0.2435        | 9.4649  | 0.8845  | Helsingfors         | — 0 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup> 23 | — 7 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 0                                      | 0.2385        | 9.4687  | 0.8     |
| Adelaide             | — 8 20 46.4                                         | — 82.26                                                                | 9.8411        | 9.6850  | 0.7022  | Hudson, O.          | + 6 19 19.06                                        | + 62.31                                                                | 9.9400        | 9.6475  | 0.7     |
| Albany, N. Y.        | + 5 48 34.13                                        | + 57.26                                                                | 9.9616        | 9.6379  | 0.7756  | Kairo               | — 1 11 34.00                                        | — 11.76                                                                | 9.7599        | 9.7083  | 0.6     |
| Alfred Obs. N. Y.    | + 6 4 42.00                                         | + 59.91                                                                | 9.9554        | 9.6407  | 0.7722  | Kapstadt            | — 0 20 19.5                                         | — 3.34                                                                 | 9.8250        | 9.6901  | 0.6     |
| Algier               | + 0 41 23.52                                        | + 6.80                                                                 | 9.8703        | 9.6750  | 0.7214  | Kazan               | — 2 22 54.16                                        | — 23.48                                                                | 9.1647        | 9.5217  | 0.8     |
| Allegheny, Pa.       | + 6 13 37.84                                        | + 61.38                                                                | 9.9280        | 9.6527  | 0.7568  | Kew                 | + 0 54 50.0                                         | + 9.01                                                                 | 0.0960        | 9.5661  | 0.8     |
| Altona               | + 0 13 48.56                                        | + 2.27                                                                 | 0.1286        | 9.5456  | 0.8503  | Kiel                | + 0 12 59.14                                        | + 2.13                                                                 | 0.1413        | 9.5373  | 0.8     |
| Amherst, Mass.       | + 5 43 42.2                                         | + 56.46                                                                | 9.9572        | 9.6399  | 0.7732  | Kiew                | — 1 8 25.80                                         | — 11.24                                                                | 0.0803        | 9.5756  | 0.8     |
| Annapolis, Md.       | + 5 59 31.09                                        | + 59.06                                                                | 9.9052        | 9.6619  | 0.7432  | Königsberg          | — 0 28 24.2                                         | — 4.67                                                                 | 0.1473        | 9.5334  | 0.8     |
| Ann-Arbor, Mich.     | + 6 28 30.10                                        | + 63.82                                                                | 9.9558        | 9.6406  | 0.7724  | Kopenhagen          | + 0 3 15.99                                         | + 0.54                                                                 | 0.1630        | 9.5228  | 0.8     |
| Armagh               | + 1 20 10.3                                         | + 13.17                                                                | 0.1415        | 9.5372  | 0.8548  | Krakau              | — 0 26 15.2                                         | — 4.31                                                                 | 0.0743        | 9.5791  | 0.8     |
| Athen                | — 0 41 20                                           | — 6.79                                                                 | 9.8895        | 9.6680  | 0.7336  | Kremsmünster        | — 0 2 57.7                                          | — 0.49                                                                 | 0.0435        | 9.5966  | 0.8     |
| Berlin               | 0 0 0.00                                            | 0.00                                                                   | 0.1122        | 9.5561  | 0.8443  | Leiden              | + 0 35 38.56                                        | + 5.86                                                                 | 0.1067        | 9.5595  | 0.8     |
| Bern                 | + 0 23 49.25                                        | + 3.91                                                                 | 0.0267        | 9.6057  | 0.8085  | Leipzig             | + 0 4 0.89                                          | + 0.66                                                                 | 0.0939        | 9.5674  | 0.8     |
| Bethlehem, Pa.       | + 5 55 6.81                                         | + 58.34                                                                | 9.9302        | 9.6517  | 0.7580  | Leyton              | + 0 53 35.8                                         | + 8.80                                                                 | 0.0977        | 9.5651  | 0.8     |
| Birr Castle          | + 1 25 15.8                                         | + 14.01                                                                | 0.1215        | 9.5502  | 0.8478  | Lilienthal          | + 0 17 54                                           | + 2.94                                                                 | 0.1222        | 9.5497  | 0.8     |
| Bologna              | + 0 8 10.0                                          | + 1.34                                                                 | 9.9895        | 9.6247  | 0.7903  | Lissabon (N. St.)   | + 1 30 19.5                                         | + 14.84                                                                | 9.9009        | 9.6636  | 0.7     |
| Bonn                 | + 0 25 11.62                                        | + 4.14                                                                 | 0.0845        | 9.5730  | 0.8336  | Lissabon (Mar. St.) | + 1 30 8.4                                          | + 14.81                                                                | 9.9009        | 9.6636  | 0.7     |
| Bothkamp             | + 0 13 3.7                                          | + 2.15                                                                 | 0.1391        | 9.5388  | 0.8540  | Liverpool (N. St.)  | + 1 5 52.1                                          | + 10.82                                                                | 0.1263        | 9.5471  | 0.8     |
| Bremen               | + 0 18 19.6                                         | + 3.01                                                                 | 0.1212        | 9.5504  | 0.8476  | Lübeck              | + 0 10 49.2                                         | + 1.78                                                                 | 0.1336        | 9.5424  | 0.8     |
| Breslau              | — 0 14 34.0                                         | — 2.39                                                                 | 0.0905        | 9.5694  | 0.8360  | Lund                | + 0 0 49.89                                         | + 0.14                                                                 | 0.1632        | 9.5227  | 0.8     |
| Brüssel              | + 0 36 6.2                                          | + 5.93                                                                 | 0.0864        | 9.5719  | 0.8344  | Madras              | — 4 27 23.4                                         | — 43.93                                                                | 9.3628        | 9.7594  | 0.2     |
| Cambridge (Engl.)    | + 0 53 12.16                                        | + 8.74                                                                 | 0.1076        | 9.5589  | 0.8426  | Madrid              | + 1 8 19.96                                         | + 11.23                                                                | 9.9272        | 9.6530  | 0.7     |
| Cambridge, Mass.     | + 5 38 5.89                                         | + 55.54                                                                | 9.9573        | 9.6399  | 0.7733  | Mailand             | + 0 16 48.87                                        | + 2.76                                                                 | 0.0042        | 9.6174  | 0.7     |
| Charkow              | — 1 31 19.8                                         | — 15.00                                                                | 0.0733        | 9.5796  | 0.8291  | Mannheim            | + 0 19 44.39                                        | + 3.24                                                                 | 0.0654        | 9.5843  | 0.8     |
| Chicago, Ill.        | + 6 44 1.69                                         | + 66.37                                                                | 9.9490        | 9.6436  | 0.7687  | Marburg             | + 0 18 29.9                                         | + 3.04                                                                 | 0.0858        | 9.5722  | 0.8     |
| Christiania          | + 0 10 41.1                                         | + 1.76                                                                 | 0.2341        | 9.4720  | 0.8822  | Markree             | + 1 27 23.3                                         | + 14.36                                                                | 0.1386        | 9.5391  | 0.8     |
| Cincinnati, O.       | + 6 31 16.33                                        | + 64.28                                                                | 9.9077        | 9.6610  | 0.7447  | Marseille (N. St.)  | + 0 32 0.27                                         | + 5.26                                                                 | 9.9714        | 9.6334  | 0.7     |
| Clinton, N. Y.       | + 5 55 12.35                                        | + 58.35                                                                | 9.9676        | 9.6352  | 0.7788  | Melbourne           | — 8 46 19.4                                         | — 86.46                                                                | 9.8873        | 9.6688  | 0.7     |
| Coimbra              | + 1 27 9.0                                          | + 14.32                                                                | 9.9241        | 9.6543  | 0.7545  | Mexico              | + 7 30 1.5                                          | + 73.93                                                                | 9.5446        | 9.7454  | 0.4     |
| Cordoba              | + 5 10 20                                           | + 50.98                                                                | 9.9783        | 9.7023  | 0.6614  | Modena              | + 0 9 52.0                                          | + 1.62                                                                 | 9.9918        | 9.6236  | 0.7     |
| Danzig               | — 0 21 4.7                                          | — 3.46                                                                 | 0.1415        | 9.5372  | 0.8548  | Moskau              | — 1 36 42.26                                        | — 15.89                                                                | 0.1641        | 9.5220  | 0.8     |
| Dorpat               | — 0 53 18.6                                         | — 8.76                                                                 | 0.2077        | 9.4914  | 0.8752  | Mt. Hamilton, Cal.  | + 9 0 1.6                                           | + 88.71                                                                | 9.8797        | 9.6716  | 0.7     |
| Dresden (B. Engelh.) | — 0 1 19.93                                         | — 0.22                                                                 | 0.0893        | 9.5701  | 0.8355  | München             | + 0 7 8.79                                          | + 1.17                                                                 | 0.0449        | 9.5958  | 0.8     |
| Dublin               | + 1 18 56.0                                         | + 12.97                                                                | 0.1261        | 9.5472  | 0.8494  | Neapel (Capo di M.) | — 0 3 24.9                                          | — 0.56                                                                 | 9.9342        | 9.6501  | 0.7     |
| Düsseldorf (Bilk)    | + 0 26 29.9                                         | + 4.35                                                                 | 0.0919        | 9.5686  | 0.8366  | Neuchâtel           | + 0 25 45.05                                        | + 4.23                                                                 | 0.0274        | 9.6053  | 0.8     |
| Duneeht              | + 1 3 15                                            | + 10.39                                                                | 0.1872        | 9.5060  | 0.8693  | New Haven, N. Y.    | + 5 45 17.10                                        | + 56.72                                                                | 9.9410        | 9.6471  | 0.7     |
| Durham               | + 0 59 54.6                                         | + 9.84                                                                 | 0.1481        | 9.5328  | 0.8570  | New York, N. Y.     | + 5 49 31.53                                        | + 57.42                                                                | 9.9321        | 9.6509  | 0.7     |
| Edinburg             | + 1 6 17.96                                         | + 10.89                                                                | 0.1674        | 9.5198  | 0.8633  | New York (Col. C.)  | + 5 49 28.60                                        | + 57.41                                                                | 9.9325        | 9.6508  | 0.7     |
| Florenz              | + 0 8 33.0                                          | + 1.40                                                                 | 9.9784        | 9.6301  | 0.7846  | Nicolajew           | — 1 14 18.96                                        | — 12.21                                                                | 0.0270        | 9.6055  | 0.8     |
| Genf                 | + 0 28 58.15                                        | + 4.76                                                                 | 0.0153        | 9.6117  | 0.8031  | Odessa              | — 1 9 27.5                                          | — 11.41                                                                | 0.0195        | 9.6095  | 0.8     |
| Georgetown, D. C.    | + 6 1 53.20                                         | + 59.45                                                                | 9.9040        | 9.6624  | 0.7425  | Ofen                | — 0 22 41                                           | — 3.73                                                                 | 0.0348        | 9.6013  | 0.8     |
| Glasgow (Schottl.)   | + 1 10 45.46                                        | + 11.62                                                                | 0.1661        | 9.5207  | 0.8629  | O-Gyalla            | — 0 19 10.69                                        | — 3.15                                                                 | 0.0407        | 9.5981  | 0.8     |
| Glasgow, Mo.         | + 7 4 53.8                                          | + 69.80                                                                | 9.9097        | 9.6602  | 0.7459  | Olmütz              | — 0 15 33                                           | — 2.55                                                                 | 0.0671        | 9.5833  | 0.8     |
| Göttingen            | + 0 13 48.5                                         | + 2.27                                                                 | 0.0970        | 9.5655  | 0.8386  | Oxford (Radel. Ob.) | + 0 58 37.5                                         | + 9.63                                                                 | 0.1005        | 9.5633  | 0.8     |
| Gotha (N. St.)       | + 0 10 44.35                                        | + 1.76                                                                 | 0.0879        | 9.5710  | 0.8350  | Oxford (Univ.)      | + 0 58 35.3                                         | + 9.62                                                                 | 0.1005        | 9.5633  | 0.8     |
| Gotha (Seeberg)      | + 0 10 39.4                                         | + 1.75                                                                 | 0.0878        | 9.5711  | 0.8349  | Oxford, Miss.       | + 6 51 42.0                                         | + 67.63                                                                | 9.8321        | 9.6879  | 0.6     |
| Greenwich            | + 0 53 34.91                                        | + 8.80                                                                 | 0.0961        | 9.5660  | 0.8382  | Padua               | + 0 6 57.1                                          | + 1.00                                                                 | 0.0032        | 9.6179  | 0.7     |
| Hamburg              | + 0 13 41.1                                         | + 2.25                                                                 | 0.1287        | 9.5455  | 0.8503  | Palermo             | + 0 0 10.9                                          | + 0.03                                                                 | 9.8917        | 9.6672  | 0.7     |
| Hannover, N. H.      | + 5 42 43.44                                        | + 56.30                                                                | 9.9774        | 9.6305  | 0.7841  | Paramatta           | — 9 10 31.4                                         | — 90.44                                                                | 9.8230        | 9.6907  | 0.6     |
| Hastings, N. Y.      | + 5 49 4.6                                          | + 57.34                                                                | 9.9361        | 9.6492  | 0.7614  | Paris (Obs. nat.)   | + 0 44 13.88                                        | + 7.27                                                                 | 0.0554        | 9.5899  | 0.8     |
| Haverford, N. J.     | + 5 54 47.66                                        | + 58.28                                                                | 9.9211        | 9.6555  | 0.7527  | Paris (Montsouris)  | + 0 44 14.12                                        | + 7.27                                                                 | 0.0552        | 9.5901  | 0.8     |

Tafel III.

| name des Ortes   | Länge v. Berlin in Zeit<br>+ westlich<br>- östlich | St. Zt.<br>im m.<br>Mittag<br>weniger<br>St. Zt.<br>im Berl.<br>Mittag | $\log \varphi'$ | $\log A$ | $\log D$ |
|------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|----------|
| Ma               | + 0 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup> 9 | + 2 <sup>m</sup> 01                                                    | 9.9941          | 9.6224   | 0.7927   |
| rsburg           | - 1 7 38.55                                        | - 11.11                                                                | 0.2346          | 9.4716   | 0.8823   |
| delphia, Pa.     | + 5 54 13.36                                       | + 58.19                                                                | 9.9202          | 9.6559   | 0.7522   |
|                  | - 0 1 48.27                                        | - 0.30                                                                 | 9.9950          | 9.6220   | 0.7931   |
| smouth           | + 0 57 58.8                                        | + 9.52                                                                 | 0.0856          | 9.5724   | 0.8341   |
| dam              | + 0 1 19.1                                         | + 0.22                                                                 | 0.1103          | 9.5573   | 0.8436   |
| hkeepsie, N.Y.   | + 5 49 8.5                                         | + 57.36                                                                | 9.9468          | 9.6446   | 0.7675   |
|                  | - 0 4 6.6                                          | - 0.68                                                                 | 0.0746          | 9.5789   | 0.8296   |
| etson, N. J.     | + 5 52 12.4                                        | + 57.86                                                                | 9.9263          | 9.6534   | 0.7558   |
| idence, R. I.    | + 5 39 12.49                                       | + 55.72                                                                | 9.9489          | 9.6436   | 0.7687   |
| owa              | - 1 7 43.74                                        | - 11.13                                                                | 0.2317          | 9.4738   | 0.8815   |
| ec               | + 5 38 24                                          | + 55.59                                                                | 0.0245          | 9.6069   | 0.8075   |
| de Janeiro       | + 3 46 11                                          | + 37.16                                                                | 9.6228          | 9.7353   | 0.5342   |
| ester, N. Y.     | + 6 4 59                                           | + 59.96                                                                | 9.9688          | 9.6346   | 0.7795   |
| (Coll. Rom.)     | + 0 3 41.3                                         | + 0.61                                                                 | 9.9500          | 9.6432   | 0.7692   |
| (Capitol)        | + 0 3 40.5                                         | + 0.60                                                                 | 9.9499          | 9.6432   | 0.7692   |
| t Louis, Mo.     | + 6 54 24.02                                       | + 68.08                                                                | 9.8998          | 9.6641   | 0.7399   |
| Fernando         | + 1 18 24.17                                       | + 12.88                                                                | 9.8657          | 9.6767   | 0.7184   |
| iago de Chile    | + 5 36 17.3                                        | + 55.24                                                                | 9.8170          | 9.6926   | 0.6856   |
| erin             | + 0 7 54.00                                        | + 1.30                                                                 | 0.1299          | 9.5448   | 0.8508   |
| tenberg          | - 0 12 15.7                                        | - 2.01                                                                 | 0.0746          | 9.5789   | 0.8296   |
| er               | + 0 19 49.29                                       | + 3.26                                                                 | 0.0628          | 9.5858   | 0.8246   |
| holm             | - 0 18 39.07                                       | - 3.06                                                                 | 0.2242          | 9.4793   | 0.8796   |
| hurst            | + 1 3 27.6                                         | + 10.42                                                                | 0.1334          | 9.5425   | 0.8520   |
| sburg(prov.St.)  | + 0 22 32.41                                       | + 3.70                                                                 | 0.0515          | 9.5921   | 0.8198   |
| sburg (N. St.)   | + 0 22 30.25                                       | + 3.70                                                                 | 0.0516          | 9.5921   | 0.8198   |
| ey               | - 9 11 15.0                                        | - 90.56                                                                | 9.8238          | 9.6905   | 0.6904   |
| ouse             | + 0 47 44.9                                        | + 7.84                                                                 | 9.9761          | 9.6312   | 0.7833   |
| st               | - 0 1 27.2                                         | - 0.24                                                                 | 0.0068          | 9.6161   | 0.7990   |
| , N. Y.          | + 5 48 19.5                                        | + 57.22                                                                | 9.9627          | 9.6374   | 0.7762   |
| e Hill(Huggins)  | + 0 54 2.6                                         | + 8.88                                                                 | 0.0957          | 9.5663   | 0.8380   |
| n                | + 0 22 47.7                                        | + 3.74                                                                 | 9.9981          | 9.6204   | 0.7947   |
| kenham (Bish.)   | + 0 54 48.0                                        | + 9.00                                                                 | 0.0957          | 9.5663   | 0.8381   |
| la (N. St.)      | - 0 16 55.37                                       | - 2.78                                                                 | 0.2332          | 9.4727   | 0.8819   |
| cht              | + 0 33 3.2                                         | + 5.43                                                                 | 0.1056          | 9.5602   | 0.8419   |
| dig              | + 0 4 10.0                                         | + 0.68                                                                 | 0.0036          | 9.6177   | 0.7974   |
| ers              | + 0 34 51                                          | + 5.72                                                                 | 9.9893          | 9.6248   | 0.7902   |
| schau            | - 0 30 32.42                                       | - 5.02                                                                 | 0.1077          | 9.5589   | 0.8427   |
| hington, D. C.   | + 6 1 47.00                                        | + 59.43                                                                | 9.9038          | 9.6625   | 0.7424   |
| tpoint, N. Y.    | + 5 49 24.29                                       | + 57.40                                                                | 9.9422          | 9.6466   | 0.7649   |
| testone, N. Y.   | + 5 48 42.43                                       | + 57.28                                                                | 9.9330          | 9.6505   | 0.7597   |
| n (A. St.)       | - 0 11 56.79                                       | - 1.96                                                                 | 0.0459          | 9.5953   | 0.8172   |
| n (Opp.)         | - 0 11 50.42                                       | - 1.94                                                                 | 0.0459          | 9.5953   | 0.8173   |
| n (N. St.)       | - 0 11 46.58                                       | - 1.93                                                                 | 0.0462          | 9.5951   | 0.8174   |
| helmshaven       | + 0 20 59.70                                       | + 3.45                                                                 | 0.1284          | 9.5458   | 0.8502   |
| liamstown, Mass. | + 5 46 28.4                                        | + 56.92                                                                | 9.9624          | 9.6376   | 0.7760   |
| liamstown(Vict)  | - 8 46 3.4                                         | - 86.42                                                                | 9.8878          | 9.6686   | 0.7325   |
| na               | - 0 47 36.4                                        | - 7.82                                                                 | 0.1468          | 9.5337   | 0.8566   |
| dsor (N. S. W.)  | - 9 9 46.4                                         | - 90.31                                                                | 9.8197          | 9.6918   | 0.6875   |
| ch               | + 0 19 22.5                                        | + 3.18                                                                 | 0.0332          | 9.6022   | 0.8115   |

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} \varphi'}{\cos (\theta - \alpha)}$$

$$\alpha - \alpha' = \frac{A}{\varrho} \cdot \frac{\sin (\theta - \alpha)}{\cos \delta}$$

$$\delta - \delta' = \frac{D}{\varrho} \cdot \frac{\sin (\gamma - \delta)}{\sin \gamma};$$

$\alpha - \alpha'$  und  $\delta - \delta'$  sind an die beobachteten Orte mit ihren Zeichen anzubringen, um geocentrische Coordinaten zu erhalten.

$\theta - \alpha$  = Stundenwinkel

$\alpha - \alpha'$  wird im Zeitmass erhalten

$\delta - \delta'$  „ „ Bogenmass „

$\log A$  und  $\log D$  sind in Einheiten der letzten Stelle zu corrigiren, wenn die angewandte Parallaxe zwischen den folgenden Grenzen angenommen wird

| Parall. | Corr. | Parall. | Corr. | Parall. | Corr. | Parall. | Corr. |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 8" 7861 | —30   | 8" 8165 | —15   | 8" 8470 | 0     | 8" 8776 | +15   |
| 8. 7881 | —29   | 8. 8185 | —14   | 8. 8490 | +1    | 8. 8796 | +16   |
| 8. 7901 | —28   | 8. 8205 | —13   | 8. 8511 | +2    | 8. 8817 | +17   |
| 8. 7921 | —27   | 8. 8226 | —12   | 8. 8531 | +3    | 8. 8837 | +18   |
| 8. 7942 | —26   | 8. 8246 | —11   | 8. 8551 | +4    | 8. 8858 | +19   |
| 8. 7962 | —25   | 8. 8266 | —10   | 8. 8572 | +5    | 8. 8878 | +20   |
| 8. 7982 | —24   | 8. 8287 | —9    | 8. 8592 | +6    | 8. 8899 | +21   |
| 8. 8003 | —23   | 8. 8307 | —8    | 8. 8613 | +7    | 8. 8919 | +22   |
| 8. 8023 | —22   | 8. 8327 | —7    | 8. 8633 | +8    | 8. 8940 | +23   |
| 8. 8043 | —21   | 8. 8348 | —6    | 8. 8653 | +9    | 8. 8960 | +24   |
| 8. 8063 | —20   | 8. 8368 | —5    | 8. 8674 | +10   | 8. 8981 | +25   |
| 8. 8084 | —19   | 8. 8388 | —4    | 8. 8694 | +11   | 8. 9001 | +26   |
| 8. 8104 | —18   | 8. 8409 | —3    | 8. 8715 | +12   | 8. 9022 | +27   |
| 8. 8124 | —17   | 8. 8429 | —2    | 8. 8735 | +13   | 8. 9042 | +28   |
| 8. 8144 | —16   | 8. 8449 | —1    | 8. 8755 | +14   | 8. 9063 | +29   |
| 8. 8165 | —15   | 8. 8470 | 0     | 8. 8776 | +15   | 8. 9083 | +30   |
| 8. 8185 |       | 8. 8490 |       | 8. 8796 |       | 8. 9104 |       |

## Tafel IV.

vergl. pag. 59 ff.

| M  |            |        |        |        |        |        |        |    |            |        |        |        |        |        |        |
|----|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0° |            |        |        |        |        |        |        | 1° |            |        |        |        |        |        |        |
| v  | o"         | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | o"         | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0  | 0.0 00 000 | 01 993 | 03 986 | 05 979 | 07 971 | 09 964 | 11 957 | 0  | 0.7 17 469 | 19 462 | 21 455 | 23 448 | 25 441 | 27 435 | 29 428 |
| 1  | 11 957     | 13 950 | 15 943 | 17 936 | 19 929 | 21 922 | 23 914 | 1  | 29 428     | 31 421 | 33 414 | 35 407 | 37 401 | 39 394 | 41 387 |
| 2  | 23 914     | 25 907 | 27 900 | 29 893 | 31 886 | 33 879 | 35 872 | 2  | 41 387     | 43 380 | 45 373 | 47 366 | 49 360 | 51 353 | 53 346 |
| 3  | 35 872     | 37 864 | 39 857 | 41 850 | 43 843 | 45 836 | 47 829 | 3  | 53 346     | 55 339 | 57 332 | 59 326 | 61 319 | 63 312 | 65 305 |
| 4  | 47 829     | 49 822 | 51 815 | 53 807 | 55 800 | 57 793 | 59 786 | 4  | 65 305     | 67 299 | 69 292 | 71 285 | 73 278 | 75 271 | 77 265 |
| 5  | 0.0 59 786 | 61 779 | 63 772 | 65 765 | 67 758 | 69 750 | 71 743 | 5  | 0.7 77 265 | 79 258 | 81 251 | 83 244 | 85 238 | 87 231 | 89 224 |
| 6  | 71 743     | 73 736 | 75 729 | 77 722 | 79 715 | 81 708 | 83 700 | 6  | 89 224     | 91 217 | 93 210 | 95 204 | 97 197 | 99 190 | 01 183 |
| 7  | 83 700     | 85 693 | 87 686 | 89 679 | 91 672 | 93 665 | 95 658 | 7  | 0.8 01 183 | 03 177 | 05 170 | 07 163 | 09 156 | 11 150 | 13 143 |
| 8  | 95 658     | 97 651 | 99 643 | 01 636 | 03 629 | 05 622 | 07 615 | 8  | 13 143     | 15 136 | 17 129 | 19 123 | 21 116 | 23 109 | 25 103 |
| 9  | 0.1 07 615 | 09 608 | 11 601 | 13 594 | 15 586 | 17 579 | 19 572 | 9  | 25 103     | 27 096 | 29 089 | 31 082 | 33 076 | 35 069 | 37 062 |
| 10 | 0.1 19 572 | 21 565 | 23 558 | 25 551 | 27 544 | 29 537 | 31 529 | 10 | 0.8 37 062 | 39 055 | 41 049 | 43 042 | 45 035 | 47 028 | 49 021 |
| 11 | 31 529     | 33 522 | 35 515 | 37 508 | 39 501 | 41 494 | 43 487 | 11 | 49 022     | 51 015 | 53 009 | 55 002 | 56 995 | 58 989 | 60 982 |
| 12 | 43 487     | 45 480 | 47 473 | 49 465 | 51 458 | 53 451 | 55 444 | 12 | 60 982     | 62 975 | 64 968 | 66 962 | 68 955 | 70 948 | 72 942 |
| 13 | 55 444     | 57 437 | 59 430 | 61 423 | 63 416 | 65 408 | 67 401 | 13 | 72 942     | 74 935 | 76 928 | 78 922 | 80 915 | 82 908 | 84 902 |
| 14 | 67 401     | 69 394 | 71 387 | 73 380 | 75 373 | 77 366 | 79 359 | 14 | 84 902     | 86 895 | 88 888 | 90 882 | 92 875 | 94 868 | 96 862 |
| 15 | 0.1 79 359 | 81 352 | 83 344 | 85 337 | 87 330 | 89 323 | 91 316 | 15 | 0.8 96 862 | 98 855 | 00 848 | 02 842 | 04 835 | 06 828 | 08 821 |
| 16 | 91 316     | 93 309 | 95 302 | 97 295 | 99 288 | 01 280 | 03 273 | 16 | 0.9 08 822 | 10 815 | 12 808 | 14 802 | 16 795 | 18 788 | 20 782 |
| 17 | 0.2 03 273 | 05 266 | 07 259 | 09 252 | 11 245 | 13 238 | 15 231 | 17 | 20 782     | 22 775 | 24 769 | 26 762 | 28 755 | 30 749 | 32 742 |
| 18 | 15 231     | 17 224 | 19 216 | 21 209 | 23 202 | 25 195 | 27 188 | 18 | 32 742     | 34 735 | 36 729 | 38 722 | 40 716 | 42 709 | 44 702 |
| 19 | 27 188     | 29 181 | 31 174 | 33 167 | 35 160 | 37 153 | 39 145 | 19 | 44 702     | 46 696 | 48 689 | 50 683 | 52 676 | 54 669 | 56 663 |
| 20 | 0.2 39 145 | 41 138 | 43 131 | 45 124 | 47 117 | 49 110 | 51 103 | 20 | 0.9 56 663 | 58 656 | 60 650 | 62 643 | 64 636 | 66 630 | 68 623 |
| 21 | 51 103     | 53 096 | 55 089 | 57 082 | 59 074 | 61 067 | 63 060 | 21 | 68 623     | 70 617 | 72 610 | 74 604 | 76 597 | 78 590 | 80 584 |
| 22 | 63 060     | 65 053 | 67 046 | 69 039 | 71 032 | 73 025 | 75 018 | 22 | 80 584     | 82 577 | 84 571 | 86 564 | 88 558 | 90 551 | 92 544 |
| 23 | 75 018     | 77 011 | 79 004 | 80 997 | 82 989 | 84 982 | 86 975 | 23 | 92 544     | 94 538 | 96 531 | 98 525 | 00 518 | 02 512 | 04 505 |
| 24 | 86 975     | 88 968 | 90 961 | 92 954 | 94 947 | 96 940 | 98 933 | 24 | 1.0 04 505 | 06 499 | 08 492 | 10 486 | 12 479 | 14 473 | 16 466 |
| 25 | 0.2 98 933 | 00 926 | 02 919 | 04 912 | 06 904 | 08 897 | 10 890 | 25 | 1.0 16 466 | 18 459 | 20 453 | 22 446 | 24 440 | 26 433 | 28 427 |
| 26 | 0.3 10 890 | 12 883 | 14 876 | 16 869 | 18 862 | 20 855 | 22 848 | 26 | 28 427     | 30 420 | 32 414 | 34 407 | 36 401 | 38 394 | 40 388 |
| 27 | 22 848     | 24 841 | 26 834 | 28 827 | 30 820 | 32 813 | 34 805 | 27 | 40 388     | 42 381 | 44 375 | 46 368 | 48 362 | 50 355 | 52 349 |
| 28 | 34 805     | 36 798 | 38 791 | 40 784 | 42 777 | 44 770 | 46 763 | 28 | 52 349     | 54 342 | 56 336 | 58 330 | 60 323 | 62 317 | 64 310 |
| 29 | 46 763     | 48 756 | 50 749 | 52 742 | 54 735 | 56 728 | 58 721 | 29 | 64 310     | 66 304 | 68 297 | 70 291 | 72 284 | 74 278 | 76 271 |
| 30 | 0.3 58 721 | 60 714 | 62 707 | 64 700 | 66 692 | 68 685 | 70 678 | 30 | 1.0 76 271 | 78 265 | 80 259 | 82 252 | 84 246 | 86 239 | 88 233 |
| 31 | 70 678     | 72 671 | 74 664 | 76 657 | 78 650 | 80 643 | 82 636 | 31 | 88 233     | 90 226 | 92 220 | 94 213 | 96 207 | 98 201 | 00 194 |
| 32 | 82 636     | 84 629 | 86 622 | 88 615 | 90 608 | 92 601 | 94 594 | 32 | 1.1 00 194 | 02 188 | 04 181 | 06 175 | 08 169 | 10 162 | 12 156 |
| 33 | 94 594     | 96 587 | 98 580 | 00 573 | 02 566 | 04 559 | 06 552 | 33 | 12 156     | 14 149 | 16 143 | 18 137 | 20 130 | 22 124 | 24 117 |
| 34 | 0.4 06 552 | 08 545 | 10 538 | 12 530 | 14 523 | 16 516 | 18 509 | 34 | 24 117     | 26 111 | 28 105 | 30 098 | 32 092 | 34 085 | 36 079 |
| 35 | 0.4 18 509 | 20 502 | 22 495 | 24 488 | 26 481 | 28 474 | 30 467 | 35 | 1.1 36 079 | 38 073 | 40 066 | 42 060 | 44 054 | 46 047 | 48 041 |
| 36 | 30 467     | 32 460 | 34 453 | 36 446 | 38 439 | 40 432 | 42 425 | 36 | 48 041     | 50 035 | 52 028 | 54 022 | 56 016 | 58 009 | 60 003 |
| 37 | 42 425     | 44 418 | 46 411 | 48 404 | 50 397 | 52 390 | 54 383 | 37 | 60 003     | 61 996 | 63 990 | 65 984 | 67 977 | 69 971 | 71 965 |
| 38 | 54 383     | 56 376 | 58 369 | 60 362 | 62 355 | 64 348 | 66 341 | 38 | 71 965     | 73 959 | 75 952 | 77 946 | 79 940 | 81 933 | 83 927 |
| 39 | 66 341     | 68 334 | 70 327 | 72 320 | 74 313 | 76 306 | 78 299 | 39 | 83 927     | 85 921 | 87 914 | 89 908 | 91 902 | 93 895 | 95 889 |
| 40 | 0.4 78 299 | 80 292 | 82 285 | 84 278 | 86 271 | 88 264 | 90 257 | 40 | 1.1 95 889 | 97 883 | 99 877 | 01 870 | 03 864 | 05 858 | 07 851 |
| 41 | 90 257     | 92 250 | 94 243 | 96 236 | 98 229 | 00 222 | 02 215 | 41 | 1.2 07 851 | 09 845 | 11 839 | 13 833 | 15 826 | 17 820 | 19 814 |
| 42 | 0.5 02 215 | 04 208 | 06 201 | 08 194 | 10 187 | 12 180 | 14 173 | 42 | 19 814     | 21 808 | 23 801 | 25 795 | 27 789 | 29 783 | 31 776 |
| 43 | 14 173     | 16 166 | 18 159 | 20 152 | 22 145 | 24 138 | 26 131 | 43 | 31 776     | 33 770 | 35 764 | 37 758 | 39 751 | 41 745 | 43 739 |
| 44 | 26 131     | 28 124 | 30 117 | 32 110 | 34 104 | 36 097 | 38 090 | 44 | 43 739     | 45 733 | 47 727 | 49 720 | 51 714 | 53 708 | 55 702 |
| 45 | 0.5 38 090 | 40 083 | 42 076 | 44 069 | 46 062 | 48 055 | 50 048 | 45 | 1.2 55 702 | 57 696 | 59 689 | 61 683 | 63 677 | 65 671 | 67 665 |
| 46 | 50 048     | 52 041 | 54 034 | 56 027 | 58 020 | 60 013 | 62 006 | 46 | 67 665     | 69 658 | 71 652 | 73 646 | 75 640 | 77 634 | 79 628 |
| 47 | 62 006     | 63 999 | 65 992 | 67 985 | 69 978 | 71 971 | 73 964 | 47 | 79 628     | 81 621 | 83 615 | 85 609 | 87 603 | 89 597 | 91 591 |
| 48 | 73 964     | 75 958 | 77 951 | 79 944 | 81 937 | 83 930 | 85 923 | 48 | 91 591     | 93 584 | 95 578 | 97 572 | 99 566 | 01 560 | 03 554 |
| 49 | 85 923     | 87 916 | 89 909 | 91 902 | 93 895 | 95 888 | 97 881 | 49 | 1.3 03 554 | 05 548 | 07 542 | 09 535 | 11 529 | 13 523 | 15 517 |
| 50 | 0.5 97 881 | 99 874 | 01 867 | 03 861 | 05 854 | 07 847 | 09 840 | 50 | 1.3 15 517 | 17 511 | 19 505 | 21 499 | 23 493 | 25 487 | 27 480 |
| 51 | 0.6 09 840 | 11 833 | 13 826 | 15 819 | 17 812 | 19 805 | 21 798 | 51 | 27 480     | 29 474 | 31 468 | 33 462 | 35 456 | 37 450 | 39 444 |
| 52 | 21 798     | 23 791 | 25 785 | 27 778 | 29 771 | 31 764 | 33 757 | 52 | 39 444     | 41 438 | 43 432 | 45 426 | 47 420 | 49 414 | 51 408 |
| 53 | 33 757     | 35 750 | 37 743 | 39 736 | 41 729 | 43 723 | 45 716 | 53 | 51 408     | 53 401 | 55 395 | 57 389 | 59 383 | 61 377 | 63 371 |
| 54 | 45 716     | 47 709 | 49 702 | 51 695 | 53 688 | 55 681 | 57 674 | 54 | 63 371     | 65 365 | 67 359 | 69 353 | 71 347 | 73 341 | 75 335 |
| 55 | 0.6 57 674 | 59 667 | 61 661 | 63 654 | 65 647 | 67 640 | 69 633 | 55 | 1.3 75 335 | 77 329 | 79 323 | 81 317 | 83 311 | 85 305 | 87 299 |
| 56 | 69 633     | 71 626 | 73 619 | 75 613 | 77 606 | 79 599 | 81 592 | 56 | 87 299     | 89 293 | 91 287 | 93 281 | 95 275 | 97 269 | 99 263 |
| 57 | 81 592     | 83 585 | 85 578 | 87 571 | 89 564 | 91 558 | 93 551 | 57 | 99 263     | 01 257 | 03 251 | 05 245 | 07 239 | 09 233 | 11 227 |
| 58 | 93 551     | 95 544 | 97 537 | 99 530 | 01 523 | 03 517 | 05 510 | 58 | 1.4 11 227 | 13 221 | 15 215 | 17 209 | 19 204 | 21 198 | 23 192 |
| 59 | 0.7 05 510 | 07 503 | 09 496 | 11 489 | 13 482 | 15 476 | 17 469 | 59 | 23 192     | 25 186 | 27 180 | 29 174 | 31 168 | 33 162 | 35 156 |

|   | 1992   | 1993   | 1994   | 1995   |   |
|---|--------|--------|--------|--------|---|
| 1 | 199.2  | 199.3  | 199.4  | 199.5  | 1 |
| 2 | 398.4  | 398.6  | 398.8  | 399.0  | 2 |
| 3 | 597.6  | 597.9  | 598.2  | 598.5  | 3 |
| 4 | 796.8  | 797.2  | 797.6  | 798.0  | 4 |
| 5 | 996.0  | 996.5  | 997.0  | 997.5  | 5 |
| 6 | 1195.2 | 1195.8 | 1196.4 | 1197.0 | 6 |
| 7 | 1394.4 | 1395.1 | 1395.8 | 1396.5 | 7 |
| 8 | 1593.6 | 1594.4 | 1595.2 | 1596.0 | 8 |
| 9 | 1792.8 | 1793.7 | 1794.6 | 1795.5 | 9 |



Tafel IV.

| M  |            |        |        |        |        |        |        |    |            |        |        |        |        |        |        |
|----|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2° |            |        |        |        |        |        |        | 3° |            |        |        |        |        |        |        |
| v  | 0"         | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"         | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0' | 1.4 35 156 | 37 150 | 39 144 | 41 138 | 43 132 | 45 127 | 47 121 | 0' | 2.1 53 281 | 55 276 | 57 272 | 59 268 | 61 263 | 63 259 | 65 255 |
| 1  | 47 121     | 49 115 | 51 109 | 53 103 | 55 097 | 57 091 | 59 085 | 1  | 65 255     | 67 250 | 69 246 | 71 241 | 73 237 | 75 233 | 77 228 |
| 2  | 59 085     | 61 079 | 63 074 | 65 068 | 67 062 | 69 056 | 71 050 | 2  | 77 228     | 79 224 | 81 220 | 83 215 | 85 211 | 87 207 | 89 202 |
| 3  | 71 050     | 73 044 | 75 038 | 77 033 | 79 027 | 81 021 | 83 015 | 3  | 89 202     | 91 198 | 93 194 | 95 190 | 97 185 | 99 181 | 01 177 |
| 4  | 83 015     | 85 009 | 87 003 | 88 998 | 90 992 | 92 986 | 94 980 | 4  | 2.2 01 177 | 03 172 | 05 168 | 07 164 | 09 160 | 11 155 | 13 151 |
| 5  | 1.4 94 980 | 96 974 | 98 968 | 00 963 | 02 957 | 04 951 | 06 945 | 5  | 2.2 13 151 | 15 147 | 17 143 | 19 138 | 21 134 | 23 130 | 25 126 |
| 6  | 1.5 06 945 | 08 939 | 10 934 | 12 928 | 14 922 | 16 916 | 18 911 | 6  | 25 126     | 27 122 | 29 117 | 31 113 | 33 109 | 35 105 | 37 101 |
| 7  | 18 911     | 20 905 | 22 899 | 24 893 | 26 887 | 28 882 | 30 876 | 7  | 37 101     | 39 096 | 41 092 | 43 088 | 45 084 | 47 080 | 49 076 |
| 8  | 30 876     | 32 870 | 34 864 | 36 859 | 38 853 | 40 847 | 42 842 | 8  | 49 076     | 51 071 | 53 067 | 55 063 | 57 059 | 59 055 | 61 051 |
| 9  | 42 842     | 44 836 | 46 830 | 48 824 | 50 819 | 52 813 | 54 807 | 9  | 61 051     | 63 047 | 65 043 | 67 038 | 69 034 | 71 030 | 73 026 |
| 10 | 1.5 54 807 | 56 802 | 58 796 | 60 790 | 62 784 | 64 779 | 66 773 | 10 | 2.2 73 026 | 75 022 | 77 018 | 79 014 | 81 010 | 83 006 | 85 002 |
| 11 | 66 773     | 68 767 | 70 762 | 72 756 | 74 750 | 76 745 | 78 739 | 11 | 85 002     | 86 998 | 88 994 | 90 990 | 92 986 | 94 982 | 96 978 |
| 12 | 78 739     | 80 733 | 82 728 | 84 722 | 86 716 | 88 711 | 90 705 | 12 | 96 978     | 98 974 | 00 970 | 02 966 | 04 962 | 06 958 | 08 954 |
| 13 | 90 705     | 92 699 | 94 694 | 96 688 | 98 683 | 00 677 | 02 671 | 13 | 2.3 08 954 | 10 950 | 12 946 | 14 942 | 16 938 | 18 934 | 20 930 |
| 14 | 1.6 02 671 | 04 666 | 06 660 | 08 654 | 10 649 | 12 643 | 14 638 | 14 | 20 930     | 22 926 | 24 922 | 26 918 | 28 914 | 30 910 | 32 906 |
| 15 | 1.6 14 638 | 16 632 | 18 627 | 20 621 | 22 615 | 24 610 | 26 604 | 15 | 2.3 32 906 | 34 902 | 36 898 | 38 894 | 40 890 | 42 887 | 44 883 |
| 16 | 26 604     | 28 599 | 30 593 | 32 587 | 34 582 | 36 576 | 38 571 | 16 | 44 883     | 46 879 | 48 875 | 50 871 | 52 867 | 54 863 | 56 859 |
| 17 | 38 571     | 40 565 | 42 560 | 44 554 | 46 549 | 48 543 | 50 538 | 17 | 56 859     | 58 856 | 60 852 | 62 848 | 64 844 | 66 840 | 68 836 |
| 18 | 50 538     | 52 532 | 54 527 | 56 521 | 58 516 | 60 510 | 62 505 | 18 | 68 836     | 70 833 | 72 829 | 74 825 | 76 821 | 78 817 | 80 813 |
| 19 | 62 505     | 64 499 | 66 494 | 68 488 | 70 483 | 72 477 | 74 472 | 19 | 80 813     | 82 810 | 84 806 | 86 802 | 88 798 | 90 795 | 92 791 |
| 20 | 1.6 74 472 | 76 466 | 78 461 | 80 455 | 82 450 | 84 444 | 86 439 | 20 | 2.3 92 791 | 94 787 | 96 783 | 98 780 | 00 776 | 02 772 | 04 768 |
| 21 | 86 439     | 88 433 | 90 428 | 92 422 | 94 417 | 96 412 | 98 406 | 21 | 2.4 04 768 | 06 765 | 08 761 | 10 757 | 12 754 | 14 750 | 16 746 |
| 22 | 98 406     | 00 401 | 02 395 | 04 390 | 06 384 | 08 379 | 10 374 | 22 | 16 746     | 18 742 | 20 739 | 22 735 | 24 731 | 26 728 | 28 724 |
| 23 | 1.7 10 374 | 12 368 | 14 363 | 16 357 | 18 352 | 20 347 | 22 341 | 23 | 28 724     | 30 720 | 32 717 | 34 713 | 36 710 | 38 706 | 40 702 |
| 24 | 22 341     | 24 336 | 26 330 | 28 325 | 30 320 | 32 314 | 34 309 | 24 | 40 702     | 42 699 | 44 695 | 46 691 | 48 688 | 50 684 | 52 681 |
| 25 | 1.7 34 309 | 36 304 | 38 298 | 40 293 | 42 288 | 44 282 | 46 277 | 25 | 2.4 52 681 | 54 677 | 56 674 | 58 670 | 60 666 | 62 663 | 64 659 |
| 26 | 46 277     | 48 272 | 50 266 | 52 261 | 54 256 | 56 250 | 58 245 | 26 | 64 659     | 66 656 | 68 652 | 70 649 | 72 645 | 74 642 | 76 638 |
| 27 | 58 245     | 60 240 | 62 234 | 64 229 | 66 224 | 68 218 | 70 213 | 27 | 76 638     | 78 635 | 80 631 | 82 628 | 84 624 | 86 621 | 88 617 |
| 28 | 70 213     | 72 208 | 74 203 | 76 197 | 78 192 | 80 187 | 82 182 | 28 | 88 617     | 90 614 | 92 610 | 94 607 | 96 603 | 98 600 | 00 596 |
| 29 | 82 182     | 84 176 | 86 171 | 88 166 | 90 161 | 92 155 | 94 150 | 29 | 2.5 00 596 | 02 593 | 04 589 | 06 586 | 08 583 | 10 579 | 12 576 |
| 30 | 1.7 94 150 | 96 145 | 98 140 | 00 134 | 02 129 | 04 124 | 06 119 | 30 | 2.5 12 576 | 14 572 | 16 569 | 18 566 | 20 562 | 22 559 | 24 555 |
| 31 | 1.8 06 119 | 08 114 | 10 108 | 12 103 | 14 098 | 16 093 | 18 088 | 31 | 24 555     | 26 552 | 28 549 | 30 545 | 32 542 | 34 539 | 36 535 |
| 32 | 18 088     | 20 082 | 22 077 | 24 072 | 26 067 | 28 062 | 30 057 | 32 | 36 535     | 38 532 | 40 529 | 42 525 | 44 522 | 46 519 | 48 515 |
| 33 | 30 057     | 32 051 | 34 046 | 36 041 | 38 036 | 40 031 | 42 026 | 33 | 48 515     | 50 512 | 52 509 | 54 505 | 56 502 | 58 499 | 60 496 |
| 34 | 42 026     | 44 021 | 46 015 | 48 010 | 50 005 | 52 000 | 53 995 | 34 | 60 496     | 62 492 | 64 489 | 66 486 | 68 483 | 70 479 | 72 476 |
| 35 | 1.8 53 995 | 55 990 | 57 985 | 59 980 | 61 975 | 63 969 | 65 964 | 35 | 2.5 72 476 | 74 473 | 76 470 | 78 466 | 80 463 | 82 460 | 84 457 |
| 36 | 65 964     | 67 959 | 69 954 | 71 949 | 73 944 | 75 939 | 77 934 | 36 | 84 457     | 86 454 | 88 450 | 90 447 | 92 444 | 94 441 | 96 438 |
| 37 | 77 934     | 79 929 | 81 924 | 83 919 | 85 914 | 87 909 | 89 904 | 37 | 96 438     | 98 435 | 00 431 | 02 428 | 04 425 | 06 422 | 08 419 |
| 38 | 89 904     | 91 899 | 93 894 | 95 889 | 97 884 | 99 879 | 01 874 | 38 | 2.6 08 419 | 10 416 | 12 413 | 14 410 | 16 407 | 18 403 | 20 400 |
| 39 | 1.9 01 874 | 03 869 | 05 864 | 07 859 | 09 854 | 11 849 | 13 844 | 39 | 20 400     | 22 397 | 24 394 | 26 391 | 28 388 | 30 385 | 32 382 |
| 40 | 1.9 13 844 | 15 839 | 17 834 | 19 829 | 21 824 | 23 819 | 25 814 | 40 | 2.6 32 382 | 34 379 | 36 376 | 38 373 | 40 370 | 42 367 | 44 364 |
| 41 | 25 814     | 27 809 | 29 804 | 31 799 | 33 794 | 35 789 | 37 784 | 41 | 44 364     | 46 361 | 48 358 | 50 355 | 52 352 | 54 349 | 56 346 |
| 42 | 37 784     | 39 780 | 41 775 | 43 770 | 45 765 | 47 760 | 49 755 | 42 | 56 346     | 58 343 | 60 340 | 62 337 | 64 334 | 66 331 | 68 328 |
| 43 | 49 755     | 51 750 | 53 745 | 55 740 | 57 735 | 59 731 | 61 726 | 43 | 68 328     | 70 325 | 72 322 | 74 319 | 76 316 | 78 314 | 80 311 |
| 44 | 61 726     | 63 721 | 65 716 | 67 711 | 69 706 | 71 701 | 73 697 | 44 | 80 311     | 82 308 | 84 305 | 86 302 | 88 299 | 90 296 | 92 293 |
| 45 | 1.9 73 697 | 75 692 | 77 687 | 79 682 | 81 677 | 83 673 | 85 668 | 45 | 2.6 92 293 | 94 291 | 96 288 | 98 285 | 00 282 | 02 279 | 04 276 |
| 46 | 85 668     | 87 663 | 89 658 | 91 653 | 93 649 | 95 644 | 97 639 | 46 | 2.7 04 276 | 06 274 | 08 271 | 10 268 | 12 265 | 14 262 | 16 260 |
| 47 | 97 639     | 99 634 | 01 629 | 03 625 | 05 620 | 07 615 | 09 610 | 47 | 16 260     | 18 257 | 20 254 | 22 251 | 24 248 | 26 246 | 28 243 |
| 48 | 2.0 09 610 | 11 606 | 13 601 | 15 596 | 17 591 | 19 587 | 21 582 | 48 | 28 243     | 30 240 | 32 237 | 34 235 | 36 232 | 38 229 | 40 227 |
| 49 | 21 582     | 23 577 | 25 573 | 27 568 | 29 563 | 31 558 | 33 554 | 49 | 40 227     | 42 224 | 44 221 | 46 219 | 48 216 | 50 213 | 52 210 |
| 50 | 2.0 33 554 | 35 549 | 37 544 | 39 540 | 41 535 | 43 530 | 45 526 | 50 | 2.7 52 210 | 54 208 | 56 205 | 58 203 | 60 200 | 62 197 | 64 195 |
| 51 | 45 526     | 47 521 | 49 516 | 51 512 | 53 507 | 55 502 | 57 498 | 51 | 64 195     | 66 192 | 68 189 | 70 187 | 72 184 | 74 182 | 76 179 |
| 52 | 57 498     | 59 493 | 61 488 | 63 484 | 65 479 | 67 475 | 69 470 | 52 | 76 179     | 78 176 | 80 174 | 82 171 | 84 169 | 86 166 | 88 164 |
| 53 | 69 470     | 71 465 | 73 461 | 75 456 | 77 452 | 79 447 | 81 442 | 53 | 88 164     | 90 161 | 92 158 | 94 156 | 96 153 | 98 151 | 00 148 |
| 54 | 81 442     | 83 438 | 85 433 | 87 429 | 89 424 | 91 420 | 93 415 | 54 | 2.8 00 148 | 02 146 | 04 143 | 06 141 | 08 138 | 10 136 | 12 133 |
| 55 | 2.0 93 415 | 95 410 | 97 406 | 99 401 | 01 397 | 03 392 | 05 388 | 55 | 2.8 12 133 | 14 131 | 16 128 | 18 126 | 20 124 | 22 121 | 24 119 |
| 56 | 2.1 05 388 | 07 383 | 09 379 | 11 374 | 13 370 | 15 365 | 17 361 | 56 | 24 119     | 26 116 | 28 114 | 30 111 | 32 109 | 34 107 | 36 104 |
| 57 | 17 361     | 19 356 | 21 352 | 23 347 | 25 343 | 27 338 | 29 334 | 57 | 36 104     | 38 102 | 40 099 | 42 097 | 44 095 | 46 092 | 48 090 |
| 58 | 29 334     | 31 330 | 33 325 | 35 321 | 37 316 | 39 312 | 41 307 | 58 | 48 090     | 50 088 | 52 085 | 54 083 | 56 081 | 58 078 | 60 076 |
| 59 | 41 307     | 43 303 | 45 298 | 47 294 | 49 290 | 51 285 | 53 281 | 59 | 60 076     | 62 074 | 64 071 | 66 069 | 68 067 | 70 065 | 72 062 |

|   | 1994   | 1995   | 1996   | 1997   | 1998   |   |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| 1 | 199.4  | 199.5  | 199.6  | 199.7  | 199.8  | 1 |
| 2 | 398.8  | 399.0  | 399.2  | 399.4  | 399.6  | 2 |
| 3 | 598.2  | 598.5  | 598.8  | 599.1  | 599.4  | 3 |
| 4 | 797.6  | 798.0  | 798.4  | 798.8  | 799.2  | 4 |
| 5 | 997.0  | 997.5  | 998.0  | 998.5  | 999.0  | 5 |
| 6 | 1196.4 | 1197.0 | 1197.6 | 1198.2 | 1198.8 | 6 |
| 7 | 1395.8 | 1396.5 | 1397.2 | 1397.9 | 1398.6 | 7 |
| 8 | 1595.2 | 1596.0 | 1596.8 | 1597.6 | 1598.4 | 8 |
| 9 | 1794.6 | 1795.5 | 1796.4 | 1797.3 | 1798.2 | 9 |

Tafel IV.

| M. |            |        |        |        |        |        |        |    |            |        |         |        |        |        |        |
|----|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 4° |            |        |        |        |        |        |        | 5° |            |        |         |        |        |        |        |
| v  | 0"         | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"         | 10"    | 20"     | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0  | 2.8 72 062 | 74 060 | 76 058 | 78 056 | 80 053 | 82 051 | 84 049 | 0  | 3.5 91 721 | 93 721 | 95 722  | 97 722 | 99 723 | 01 723 | 03 724 |
| 1  | 84 049     | 86 047 | 88 044 | 90 042 | 92 040 | 94 038 | 96 036 | 1  | 3.6 03 724 | 05 724 | 07 725  | 09 725 | 11 726 | 13 726 | 15 727 |
| 2  | 96 036     | 98 033 | 00 031 | 02 029 | 04 027 | 06 025 | 08 023 | 2  | 15 727     | 17 727 | 19 728  | 21 729 | 23 729 | 25 730 | 27 730 |
| 3  | 2.9 08 023 | 10 020 | 12 018 | 14 016 | 16 014 | 18 012 | 20 010 | 3  | 27 730     | 29 731 | 31 732  | 33 732 | 35 733 | 37 734 | 39 734 |
| 4  | 20 010     | 22 008 | 24 006 | 26 004 | 28 001 | 29 999 | 31 997 | 4  | 39 734     | 41 735 | 43 736  | 45 736 | 47 737 | 49 738 | 51 739 |
| 5  | 2.9 31 997 | 33 995 | 35 993 | 37 991 | 39 989 | 41 987 | 43 985 | 5  | 3.6 51 739 | 53 739 | 55 740  | 57 741 | 59 742 | 61 742 | 63 743 |
| 6  | 43 985     | 45 983 | 47 981 | 49 979 | 51 977 | 53 975 | 55 973 | 6  | 63 743     | 65 744 | 67 745  | 69 745 | 71 746 | 73 747 | 75 748 |
| 7  | 55 973     | 57 971 | 59 969 | 61 967 | 63 965 | 65 963 | 67 961 | 7  | 75 748     | 77 749 | 79 750  | 81 750 | 83 751 | 85 752 | 87 753 |
| 8  | 67 961     | 69 959 | 71 957 | 73 956 | 75 954 | 77 952 | 79 950 | 8  | 87 753     | 89 754 | 91 755  | 93 756 | 95 757 | 97 758 | 99 759 |
| 9  | 79 950     | 81 948 | 83 946 | 85 944 | 87 942 | 89 940 | 91 939 | 9  | 99 759     | 01 760 | 03 760  | 05 761 | 07 762 | 09 763 | 11 764 |
| 10 | 2.9 91 939 | 93 937 | 95 935 | 97 933 | 99 931 | 01 929 | 03 928 | 10 | 3.7 11 764 | 13 765 | 15 766  | 17 767 | 19 768 | 21 769 | 23 770 |
| 11 | 3.0 03 928 | 05 926 | 07 924 | 09 922 | 11 920 | 13 919 | 15 917 | 11 | 23 770     | 25 771 | 27 773  | 29 774 | 31 775 | 33 776 | 35 777 |
| 12 | 15 917     | 17 915 | 19 913 | 21 912 | 23 910 | 25 908 | 27 906 | 12 | 35 777     | 37 778 | 39 779  | 41 780 | 43 781 | 45 782 | 47 784 |
| 13 | 27 906     | 29 905 | 31 903 | 33 901 | 35 899 | 37 898 | 39 896 | 13 | 47 784     | 49 785 | 51 786  | 53 787 | 55 788 | 57 789 | 59 791 |
| 14 | 39 896     | 41 894 | 43 893 | 45 891 | 47 889 | 49 888 | 51 886 | 14 | 59 791     | 61 792 | 63 793  | 65 794 | 67 795 | 69 797 | 71 798 |
| 15 | 3.0 51 886 | 53 884 | 55 883 | 57 881 | 59 880 | 61 878 | 63 876 | 15 | 3.7 71 798 | 73 799 | 75 801  | 77 802 | 79 803 | 81 804 | 83 806 |
| 16 | 63 876     | 65 875 | 67 873 | 69 872 | 71 870 | 73 868 | 75 867 | 16 | 83 806     | 85 807 | 87 808  | 89 810 | 91 811 | 93 812 | 95 814 |
| 17 | 75 867     | 77 865 | 79 864 | 81 862 | 83 861 | 85 859 | 87 858 | 17 | 95 814     | 97 815 | 99 816  | 01 818 | 03 819 | 05 821 | 07 822 |
| 18 | 87 858     | 89 856 | 91 855 | 93 853 | 95 852 | 97 850 | 99 849 | 18 | 3.8 07 822 | 09 823 | 11 825  | 13 826 | 15 828 | 17 829 | 19 831 |
| 19 | 99 849     | 01 847 | 03 846 | 05 844 | 07 843 | 09 842 | 11 840 | 19 | 19 831     | 21 832 | 23 834  | 25 835 | 27 837 | 29 838 | 31 840 |
| 20 | 3.1 11 840 | 13 839 | 15 837 | 17 836 | 19 834 | 21 833 | 23 832 | 20 | 3.8 31 840 | 33 841 | 35 843  | 37 844 | 39 846 | 41 847 | 43 849 |
| 21 | 23 832     | 25 830 | 27 829 | 29 828 | 31 826 | 33 825 | 35 824 | 21 | 43 849     | 45 851 | 47 852  | 49 854 | 51 855 | 53 857 | 55 859 |
| 22 | 35 824     | 37 822 | 39 821 | 41 820 | 43 818 | 45 817 | 47 816 | 22 | 55 859     | 57 860 | 59 862  | 61 863 | 63 865 | 65 867 | 67 869 |
| 23 | 47 816     | 49 814 | 51 813 | 53 812 | 55 811 | 57 809 | 59 808 | 23 | 67 869     | 69 870 | 71 872  | 73 874 | 75 875 | 77 877 | 79 879 |
| 24 | 59 808     | 61 807 | 63 806 | 65 804 | 67 803 | 69 802 | 71 801 | 24 | 79 879     | 81 881 | 83 882  | 85 884 | 87 886 | 89 888 | 91 889 |
| 25 | 3.1 71 801 | 73 800 | 75 798 | 77 797 | 79 796 | 81 795 | 83 794 | 25 | 3.8 91 889 | 93 891 | 95 893  | 97 895 | 99 897 | 01 899 | 03 900 |
| 26 | 83 794     | 85 792 | 87 791 | 89 790 | 91 789 | 93 788 | 95 787 | 26 | 3.9 03 900 | 05 902 | 07 904  | 09 906 | 11 908 | 13 910 | 15 912 |
| 27 | 95 787     | 97 786 | 99 785 | 01 784 | 03 782 | 05 781 | 07 780 | 27 | 15 912     | 17 914 | 19 915  | 21 917 | 23 919 | 25 921 | 27 923 |
| 28 | 3.2 07 780 | 09 779 | 11 778 | 13 777 | 15 776 | 17 775 | 19 774 | 28 | 27 923     | 29 925 | 31 927  | 33 929 | 35 931 | 37 933 | 39 935 |
| 29 | 19 774     | 21 773 | 23 772 | 25 771 | 27 770 | 29 769 | 31 768 | 29 | 39 935     | 41 937 | 43 939  | 45 941 | 47 943 | 49 945 | 51 947 |
| 30 | 3.2 31 768 | 33 767 | 35 766 | 37 765 | 39 764 | 41 763 | 43 762 | 30 | 3.9 51 947 | 53 950 | 55 952  | 57 954 | 59 956 | 61 958 | 63 960 |
| 31 | 43 762     | 45 761 | 47 761 | 49 760 | 51 759 | 53 758 | 55 757 | 31 | 63 960     | 65 962 | 67 964  | 69 967 | 71 969 | 73 971 | 75 973 |
| 32 | 55 757     | 57 756 | 59 755 | 61 754 | 63 753 | 65 752 | 67 751 | 32 | 75 973     | 77 975 | 79 977  | 81 980 | 83 982 | 85 984 | 87 986 |
| 33 | 67 752     | 69 751 | 71 750 | 73 749 | 75 748 | 77 747 | 79 746 | 33 | 87 986     | 89 989 | 91 991  | 93 993 | 95 995 | 97 998 | 00 000 |
| 34 | 79 747     | 81 746 | 83 745 | 85 745 | 87 744 | 89 743 | 91 742 | 34 | 4.0 00 000 | 02 002 | 04 005  | 06 007 | 08 009 | 10 012 | 12 014 |
| 35 | 3.2 91 742 | 93 742 | 95 741 | 97 740 | 99 739 | 01 739 | 03 738 | 35 | 4.0 12 014 | 14 016 | 16 019  | 18 021 | 20 023 | 22 026 | 24 028 |
| 36 | 3.3 03 738 | 05 737 | 07 737 | 09 736 | 11 735 | 13 735 | 15 734 | 36 | 24 028     | 26 031 | 28 033  | 30 035 | 32 038 | 34 040 | 36 043 |
| 37 | 15 734     | 17 733 | 19 733 | 21 732 | 23 731 | 25 731 | 27 730 | 37 | 36 043     | 38 045 | 40 048  | 42 050 | 44 053 | 46 055 | 48 058 |
| 38 | 27 730     | 29 730 | 31 729 | 33 728 | 35 728 | 37 727 | 39 727 | 38 | 48 058     | 50 060 | 52 063  | 54 065 | 56 068 | 58 071 | 60 073 |
| 39 | 39 727     | 41 726 | 43 726 | 45 725 | 47 724 | 49 724 | 51 723 | 39 | 60 073     | 62 076 | 64 078  | 66 081 | 68 084 | 70 086 | 72 089 |
| 40 | 3.3 51 723 | 53 723 | 55 722 | 57 722 | 59 721 | 61 721 | 63 721 | 40 | 4.0 72 089 | 74 092 | 76 094  | 78 097 | 80 100 | 82 102 | 84 105 |
| 41 | 63 721     | 65 720 | 67 720 | 69 719 | 71 719 | 73 718 | 75 718 | 41 | 84 105     | 86 108 | 88 110  | 90 113 | 92 116 | 94 119 | 96 121 |
| 42 | 75 718     | 77 718 | 79 717 | 81 717 | 83 716 | 85 716 | 87 716 | 42 | 96 121     | 98 124 | 100 127 | 02 130 | 04 132 | 06 135 | 08 138 |
| 43 | 87 716     | 89 715 | 91 715 | 93 715 | 95 714 | 97 714 | 99 714 | 43 | 4.1 08 138 | 10 141 | 12 144  | 14 146 | 16 149 | 18 152 | 20 155 |
| 44 | 99 714     | 01 713 | 03 713 | 05 713 | 07 712 | 09 712 | 11 712 | 44 | 20 155     | 22 158 | 24 161  | 26 164 | 28 167 | 30 170 | 32 172 |
| 45 | 3.4 11 712 | 13 711 | 15 711 | 17 711 | 19 711 | 21 710 | 23 710 | 45 | 4.1 32 172 | 34 175 | 36 178  | 38 181 | 40 184 | 42 187 | 44 190 |
| 46 | 23 710     | 25 710 | 27 710 | 29 710 | 31 709 | 33 709 | 35 709 | 46 | 44 190     | 46 193 | 48 196  | 50 199 | 52 202 | 54 205 | 56 208 |
| 47 | 35 709     | 37 709 | 39 709 | 41 709 | 43 708 | 45 708 | 47 708 | 47 | 56 208     | 58 211 | 60 214  | 62 218 | 64 221 | 66 224 | 68 227 |
| 48 | 47 708     | 49 708 | 51 708 | 53 708 | 55 708 | 57 708 | 59 708 | 48 | 68 227     | 70 230 | 72 233  | 74 236 | 76 239 | 78 243 | 80 246 |
| 49 | 59 708     | 61 708 | 63 707 | 65 707 | 67 707 | 69 707 | 71 707 | 49 | 80 246     | 82 249 | 84 252  | 86 255 | 88 258 | 90 262 | 92 265 |
| 50 | 3.4 71 707 | 73 707 | 75 707 | 77 707 | 79 707 | 81 707 | 83 707 | 50 | 4.1 92 265 | 94 268 | 96 271  | 98 275 | 00 278 | 02 281 | 04 284 |
| 51 | 83 707     | 85 707 | 87 707 | 89 707 | 91 707 | 93 707 | 95 708 | 51 | 4.2 04 284 | 06 288 | 08 291  | 10 294 | 12 298 | 14 301 | 16 304 |
| 52 | 95 708     | 97 708 | 99 708 | 01 708 | 03 708 | 05 708 | 07 708 | 52 | 16 304     | 18 308 | 20 311  | 22 314 | 24 318 | 26 321 | 28 325 |
| 53 | 3.5 07 708 | 09 708 | 11 708 | 13 709 | 15 709 | 17 709 | 19 709 | 53 | 28 325     | 30 328 | 32 331  | 34 335 | 36 338 | 38 342 | 40 345 |
| 54 | 19 709     | 21 709 | 23 709 | 25 710 | 27 710 | 29 710 | 31 710 | 54 | 40 345     | 42 349 | 44 352  | 46 356 | 48 359 | 50 363 | 52 366 |
| 55 | 3.5 31 710 | 33 710 | 35 711 | 37 711 | 39 711 | 41 711 | 43 712 | 55 | 4.2 52 366 | 54 370 | 56 373  | 58 377 | 60 380 | 62 384 | 64 387 |
| 56 | 43 712     | 45 712 | 47 712 | 49 712 | 51 713 | 53 713 | 55 713 | 56 | 64 387     | 66 391 | 68 395  | 70 398 | 72 402 | 74 406 | 76 409 |
| 57 | 55 713     | 57 714 | 59 714 | 61 714 | 63 715 | 65 715 | 67 715 | 57 | 76 409     | 78 413 | 80 417  | 82 420 | 84 424 | 86 428 | 88 431 |
| 58 | 67 716     | 69 716 | 71 716 | 73 717 | 75 717 | 77 717 | 79 718 | 58 | 88 431     | 90 435 | 92 439  | 94 442 | 96 446 | 98 450 | 00 454 |
| 59 | 79 718     | 81 718 | 83 719 | 85 719 | 87 720 | 89 720 | 91 721 | 59 | 4.3 00 454 | 02 457 | 04 461  | 06 465 | 08 469 | 10 473 | 12 476 |

|   | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   |   |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| 1 | 199.7  | 199.8  | 199.9  | 200.0  | 200.1  | 200.2  | 200.3  | 200.4  | 1 |
| 2 | 399.4  | 399.6  | 399.8  | 400.0  | 400.2  | 400.4  | 400.6  | 400.8  | 2 |
| 3 | 599.1  | 599.4  | 599.7  | 600.0  | 600.3  | 600.6  | 600.9  | 601.2  | 3 |
| 4 | 798.8  | 799.2  | 799.6  | 800.0  | 800.4  | 800.8  | 801.2  | 801.6  | 4 |
| 5 | 998.5  | 999.0  | 999.5  | 1000.0 | 1000.5 | 1001.0 | 1001.5 | 1002.0 | 5 |
| 6 | 1198.2 | 1198.8 | 1199.4 | 1200.0 | 1200.6 | 1201.2 | 1201.8 | 1202.4 | 6 |
| 7 | 1397.9 | 1398.6 | 1399.3 | 1400.0 | 1400.7 | 1401.4 | 1402.1 | 1402.8 | 7 |
| 8 | 1597.6 | 1598.4 | 1599.2 | 1600.0 | 1600.8 | 1601.6 | 1602.4 | 1603.2 | 8 |
| 9 | 1797.3 | 1798.2 | 1799.1 | 1800.0 | 1800.9 | 1801.8 | 1802.7 | 1803.6 | 9 |



Tafel IV.

| M. |            |         |         |         |         |         |         |    |            |         |         |         |         |         |         |
|----|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6° |            |         |         |         |         |         |         | 7° |            |         |         |         |         |         |         |
| v  | 0"         | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"         | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0  | 4.3 12 476 | 14 480  | 16 484  | 18 488  | 20 492  | 22 496  | 24 500  | 0  | 5.0 34 552 | 36 560  | 38 568  | 40 576  | 42 584  | 44 591  | 46 599  |
| 1  | 24 500     | 26 504  | 28 507  | 30 511  | 32 515  | 34 519  | 36 523  | 1  | 46 599     | 48 607  | 50 615  | 52 623  | 54 631  | 56 639  | 58 647  |
| 2  | 36 523     | 38 527  | 40 531  | 42 535  | 44 539  | 46 543  | 48 547  | 2  | 58 647     | 60 655  | 62 663  | 64 671  | 66 679  | 68 687  | 70 695  |
| 3  | 48 547     | 50 551  | 52 555  | 54 559  | 56 563  | 58 567  | 60 571  | 3  | 70 695     | 72 703  | 74 711  | 76 719  | 78 727  | 80 735  | 82 743  |
| 4  | 60 571     | 62 575  | 64 580  | 66 584  | 68 588  | 70 592  | 72 596  | 4  | 82 743     | 84 751  | 86 759  | 88 767  | 90 775  | 92 784  | 94 792  |
| 5  | 4.3 72 596 | 74 600  | 76 604  | 78 608  | 80 613  | 82 617  | 84 621  | 5  | 5.0 94 792 | 96 800  | 98 808  | 100 816 | 102 824 | 104 833 | 106 841 |
| 6  | 84 621     | 86 625  | 88 629  | 90 634  | 92 638  | 94 642  | 96 646  | 6  | 5.1 06 841 | 08 849  | 10 857  | 12 866  | 14 874  | 16 882  | 18 891  |
| 7  | 96 646     | 98 651  | 100 655 | 102 659 | 104 663 | 106 668 | 108 672 | 7  | 18 891     | 20 899  | 22 907  | 24 916  | 26 924  | 28 932  | 30 941  |
| 8  | 4.4 08 672 | 10 676  | 12 681  | 14 685  | 16 690  | 18 694  | 20 698  | 8  | 30 941     | 32 949  | 34 957  | 36 966  | 38 974  | 40 983  | 42 991  |
| 9  | 20 698     | 22 703  | 24 707  | 26 711  | 28 716  | 30 720  | 32 725  | 9  | 42 991     | 45 000  | 47 008  | 49 017  | 51 025  | 53 034  | 55 042  |
| 10 | 4.4 32 725 | 34 729  | 36 734  | 38 738  | 40 743  | 42 747  | 44 752  | 10 | 5.1 55 042 | 57 051  | 59 059  | 61 068  | 63 076  | 65 085  | 67 094  |
| 11 | 44 752     | 46 756  | 48 761  | 50 765  | 52 770  | 54 774  | 56 779  | 11 | 67 094     | 69 102  | 71 111  | 73 119  | 75 128  | 77 137  | 79 145  |
| 12 | 56 779     | 58 783  | 60 788  | 62 793  | 64 797  | 66 802  | 68 807  | 12 | 79 145     | 81 154  | 83 163  | 85 171  | 87 180  | 89 189  | 91 198  |
| 13 | 68 807     | 70 811  | 72 816  | 74 821  | 76 825  | 78 830  | 80 835  | 13 | 91 198     | 93 206  | 95 215  | 97 224  | 99 233  | 101 242 | 103 250 |
| 14 | 80 835     | 82 839  | 84 844  | 86 849  | 88 853  | 90 858  | 92 863  | 14 | 5.2 03 250 | 05 259  | 07 268  | 09 277  | 11 286  | 13 295  | 15 303  |
| 15 | 4.4 92 863 | 94 868  | 96 873  | 98 877  | 100 882 | 102 887 | 104 892 | 15 | 5.2 15 303 | 17 312  | 19 321  | 21 330  | 23 339  | 25 348  | 27 357  |
| 16 | 4.5 04 892 | 06 897  | 08 901  | 10 906  | 12 911  | 14 916  | 16 921  | 16 | 27 357     | 29 366  | 31 375  | 33 384  | 35 393  | 37 402  | 39 411  |
| 17 | 16 921     | 18 926  | 20 931  | 22 936  | 24 941  | 26 946  | 28 950  | 17 | 39 411     | 41 420  | 43 429  | 45 438  | 47 447  | 49 457  | 51 466  |
| 18 | 28 950     | 30 955  | 32 960  | 34 965  | 36 970  | 38 975  | 40 980  | 18 | 51 466     | 53 475  | 55 484  | 57 493  | 59 502  | 61 511  | 63 521  |
| 19 | 40 980     | 42 985  | 44 990  | 46 996  | 49 001  | 51 006  | 53 011  | 19 | 63 521     | 65 530  | 67 539  | 69 548  | 71 557  | 73 567  | 75 576  |
| 20 | 4.5 53 011 | 55 016  | 57 021  | 59 026  | 61 031  | 63 036  | 65 041  | 20 | 5.2 75 576 | 77 585  | 79 595  | 81 604  | 83 613  | 85 622  | 87 632  |
| 21 | 65 041     | 67 047  | 69 052  | 71 057  | 73 062  | 75 067  | 77 073  | 21 | 87 632     | 89 641  | 91 651  | 93 660  | 95 669  | 97 679  | 99 688  |
| 22 | 77 073     | 79 078  | 81 083  | 83 088  | 85 093  | 87 099  | 89 104  | 22 | 99 688     | 101 698 | 103 707 | 105 716 | 107 726 | 109 735 | 111 745 |
| 23 | 89 104     | 91 109  | 93 115  | 95 120  | 97 125  | 99 131  | 101 136 | 23 | 5.3 11 745 | 13 754  | 15 764  | 17 773  | 19 783  | 21 792  | 23 802  |
| 24 | 4.6 01 136 | 03 141  | 05 147  | 07 152  | 09 157  | 11 163  | 13 168  | 24 | 23 802     | 25 812  | 27 821  | 29 831  | 31 840  | 33 850  | 35 860  |
| 25 | 4.6 13 168 | 15 174  | 17 179  | 19 184  | 21 190  | 23 195  | 25 201  | 25 | 5.3 35 860 | 37 869  | 39 879  | 41 889  | 43 898  | 45 908  | 47 918  |
| 26 | 25 201     | 27 206  | 29 212  | 31 217  | 33 223  | 35 228  | 37 234  | 26 | 47 918     | 49 928  | 51 937  | 53 947  | 55 957  | 57 967  | 59 976  |
| 27 | 37 234     | 39 239  | 41 245  | 43 251  | 45 256  | 47 262  | 49 267  | 27 | 59 976     | 61 986  | 63 996  | 66 006  | 68 016  | 70 025  | 72 035  |
| 28 | 49 267     | 51 273  | 53 279  | 55 284  | 57 290  | 59 296  | 61 301  | 28 | 72 035     | 74 045  | 76 055  | 78 065  | 80 075  | 82 085  | 84 095  |
| 29 | 61 301     | 63 307  | 65 313  | 67 318  | 69 324  | 71 330  | 73 335  | 29 | 84 095     | 86 105  | 88 115  | 90 125  | 92 135  | 94 145  | 96 155  |
| 30 | 4.6 73 335 | 75 341  | 77 347  | 79 353  | 81 358  | 83 364  | 85 370  | 30 | 5.3 96 155 | 98 165  | 100 175 | 102 185 | 104 195 | 106 205 | 108 215 |
| 31 | 85 370     | 87 376  | 89 382  | 91 388  | 93 393  | 95 399  | 97 405  | 31 | 5.4 08 215 | 10 225  | 12 235  | 14 246  | 16 256  | 18 266  | 20 276  |
| 32 | 97 405     | 99 411  | 101 417 | 103 423 | 105 429 | 107 435 | 109 441 | 32 | 20 276     | 22 286  | 24 296  | 26 307  | 28 317  | 30 327  | 32 337  |
| 33 | 4.7 09 441 | 11 446  | 13 452  | 15 458  | 17 464  | 19 470  | 21 476  | 33 | 32 337     | 34 348  | 36 358  | 38 368  | 40 378  | 42 389  | 44 399  |
| 34 | 21 476     | 23 482  | 25 488  | 27 494  | 29 500  | 31 507  | 33 513  | 34 | 44 399     | 46 409  | 48 420  | 50 430  | 52 441  | 54 451  | 56 461  |
| 35 | 4.7 33 513 | 35 519  | 37 525  | 39 531  | 41 537  | 43 543  | 45 549  | 35 | 5.4 56 461 | 58 472  | 60 482  | 62 493  | 64 503  | 66 514  | 68 524  |
| 36 | 45 549     | 47 555  | 49 562  | 51 568  | 53 574  | 55 580  | 57 586  | 36 | 68 524     | 70 535  | 72 545  | 74 556  | 76 566  | 78 577  | 80 587  |
| 37 | 57 586     | 59 593  | 61 599  | 63 605  | 65 611  | 67 617  | 69 624  | 37 | 80 587     | 82 598  | 84 608  | 86 619  | 88 630  | 90 640  | 92 651  |
| 38 | 69 624     | 71 630  | 73 636  | 75 643  | 77 649  | 79 655  | 81 662  | 38 | 92 651     | 94 661  | 96 672  | 98 683  | 100 694 | 102 704 | 104 715 |
| 39 | 81 662     | 83 668  | 85 674  | 87 681  | 89 687  | 91 693  | 93 700  | 39 | 5.5 04 715 | 06 726  | 08 736  | 10 747  | 12 758  | 14 769  | 16 780  |
| 40 | 4.7 93 700 | 95 706  | 97 713  | 99 719  | 101 726 | 103 732 | 105 739 | 40 | 5.5 16 780 | 18 790  | 20 801  | 22 812  | 24 823  | 26 834  | 28 845  |
| 41 | 4.8 05 739 | 07 745  | 09 752  | 11 758  | 13 765  | 15 771  | 17 778  | 41 | 28 845     | 30 855  | 32 866  | 34 877  | 36 888  | 38 899  | 40 910  |
| 42 | 17 778     | 19 784  | 21 791  | 23 797  | 25 804  | 27 811  | 29 817  | 42 | 40 910     | 42 921  | 44 932  | 46 943  | 48 954  | 50 965  | 52 976  |
| 43 | 29 817     | 31 824  | 33 830  | 35 837  | 37 844  | 39 850  | 41 857  | 43 | 52 976     | 54 987  | 56 998  | 59 009  | 61 020  | 63 031  | 65 043  |
| 44 | 41 857     | 43 864  | 45 870  | 47 877  | 49 884  | 51 891  | 53 897  | 44 | 65 043     | 67 054  | 69 065  | 71 076  | 73 087  | 75 098  | 77 109  |
| 45 | 4.8 53 897 | 55 904  | 57 911  | 59 918  | 61 924  | 63 931  | 65 938  | 45 | 5.5 77 109 | 79 121  | 81 132  | 83 143  | 85 154  | 87 166  | 89 177  |
| 46 | 65 938     | 67 945  | 69 952  | 71 959  | 73 965  | 75 972  | 77 979  | 46 | 89 177     | 91 188  | 93 199  | 95 211  | 97 222  | 99 233  | 101 245 |
| 47 | 77 979     | 79 986  | 81 993  | 84 000  | 86 007  | 88 014  | 90 021  | 47 | 5.6 01 245 | 03 256  | 05 268  | 07 279  | 09 290  | 11 302  | 13 313  |
| 48 | 90 021     | 92 028  | 94 035  | 96 042  | 98 049  | 100 056 | 102 063 | 48 | 13 313     | 15 325  | 17 336  | 19 348  | 21 359  | 23 370  | 25 382  |
| 49 | 4.9 02 063 | 04 070  | 06 077  | 08 084  | 10 091  | 12 098  | 14 105  | 49 | 25 382     | 27 394  | 29 405  | 31 417  | 33 428  | 35 440  | 37 451  |
| 50 | 4.9 14 105 | 16 112  | 18 119  | 20 126  | 22 134  | 24 141  | 26 148  | 50 | 5.6 37 451 | 39 463  | 41 475  | 43 486  | 45 498  | 47 509  | 49 521  |
| 51 | 26 148     | 28 155  | 30 162  | 32 169  | 34 177  | 36 184  | 38 191  | 51 | 49 521     | 51 533  | 53 545  | 55 556  | 57 568  | 59 580  | 61 591  |
| 52 | 38 191     | 40 198  | 42 206  | 44 213  | 46 220  | 48 227  | 50 235  | 52 | 61 591     | 63 603  | 65 615  | 67 627  | 69 639  | 71 650  | 73 662  |
| 53 | 50 235     | 52 242  | 54 249  | 56 257  | 58 264  | 60 271  | 62 279  | 53 | 73 662     | 75 674  | 77 686  | 79 698  | 81 710  | 83 722  | 85 733  |
| 54 | 62 279     | 64 286  | 66 294  | 68 301  | 70 308  | 72 316  | 74 323  | 54 | 85 733     | 87 745  | 89 757  | 91 769  | 93 781  | 95 793  | 97 805  |
| 55 | 4.9 74 323 | 76 331  | 78 338  | 80 346  | 82 353  | 84 361  | 86 368  | 55 | 5.6 97 805 | 99 817  | 101 829 | 103 841 | 105 853 | 107 865 | 109 877 |
| 56 | 86 368     | 88 376  | 90 383  | 92 391  | 94 398  | 96 406  | 98 414  | 56 | 5.7 09 877 | 11 890  | 13 902  | 15 914  | 17 926  | 19 938  | 21 950  |
| 57 | 98 414     | 100 421 | 102 429 | 104 436 | 106 444 | 108 452 | 110 460 | 57 | 21 950     | 23 962  | 25 974  | 27 987  | 29 999  | 32 011  | 34 023  |
| 58 | 5.0 10 459 | 12 467  | 14 475  | 16 482  | 18 490  | 20 498  | 22 506  | 58 | 34 023     | 36 036  | 38 048  | 40 060  | 42 072  | 44 085  | 46 097  |
| 59 | 22 506     | 24 513  | 26 521  | 28 529  | 30 537  | 32 544  | 34 552  | 59 | 46 097     | 48 109  | 50 122  | 52 134  | 54 146  | 56 159  | 58 171  |

|   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   |   |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| 1 | 200.3  | 200.4  | 200.5  | 200.6  | 200.7  | 200.8  | 200.9  | 201.0  | 201.1  | 201.2  | 201.3  | 1 |
| 2 | 400.6  | 400.8  | 401.0  | 401.2  | 401.4  | 401.6  | 401.8  | 402.0  | 402.2  | 402.4  | 402.6  | 2 |
| 3 | 600.9  | 601.2  | 601.5  | 601.8  | 602.1  | 602.4  | 602.7  | 603.0  | 603.3  | 603.6  | 603.9  | 3 |
| 4 | 801.2  | 801.6  | 802.0  | 802.4  | 802.8  | 803.2  | 803.6  | 804.0  | 804.4  | 804.8  | 805.2  | 4 |
| 5 | 1001.5 | 1002.0 | 1002.5 | 1003.0 | 1003.5 | 1004.0 | 1004.5 | 1005.0 | 1005.5 | 1006.0 | 1006.5 | 5 |
| 6 | 1201.8 | 1202.4 | 1203.0 | 1203.6 | 1204.2 | 1204.8 | 1205.4 | 1206.0 | 1206.6 | 1207.2 | 1207.8 | 6 |
| 7 | 1402.1 | 1402.8 | 1403.5 | 1404.2 | 1404.9 | 1405.6 | 1406.3 | 1407.0 | 1407.7 | 1408.4 | 1409.1 | 7 |
| 8 | 1602.4 | 1603.2 | 1604.0 | 1604.8 | 1605.6 | 1606.4 | 1607.2 | 1608.0 | 1608.8 | 1609.6 | 1610.4 | 8 |
| 9 | 1802.7 | 1803.6 | 1804.5 | 1805.4 | 1806.3 | 1807.2 | 1808.1 | 1809.0 | 1809.9 | 1810.8 | 1811.7 | 9 |

Tafel IV.

| M. |            |        |        |        |        |        |        |    |            |        |        |        |        |        |        |
|----|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 8° |            |        |        |        |        |        |        | 9° |            |        |        |        |        |        |        |
| v  | 0"         | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"         | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0' | 5.7 58 171 | 60 184 | 62 196 | 64 208 | 66 221 | 68 233 | 70 246 | 0' | 6.4 83 559 | 85 576 | 87 594 | 89 612 | 91 629 | 93 647 | 95 665 |
| 1  | 70 246     | 72 258 | 74 271 | 76 283 | 78 296 | 80 308 | 82 321 | 1  | 95 665     | 97 683 | 99 700 | 01 718 | 03 736 | 05 754 | 07 771 |
| 2  | 82 321     | 84 334 | 86 346 | 88 359 | 90 371 | 92 384 | 94 397 | 2  | 6.5 07 771 | 09 789 | 11 807 | 13 825 | 15 843 | 17 861 | 19 879 |
| 3  | 94 397     | 96 409 | 98 422 | 00 435 | 02 447 | 04 460 | 06 473 | 3  | 19 879     | 21 897 | 23 914 | 25 932 | 27 950 | 29 968 | 31 986 |
| 4  | 5.8 06 473 | 08 486 | 10 498 | 12 511 | 14 524 | 16 537 | 18 550 | 4  | 31 986     | 34 004 | 36 022 | 38 040 | 40 058 | 42 077 | 44 095 |
| 5  | 5.8 18 550 | 20 562 | 22 575 | 24 588 | 26 601 | 28 614 | 30 627 | 5  | 6.5 44 095 | 46 113 | 48 131 | 50 149 | 52 167 | 54 185 | 56 203 |
| 6  | 30 627     | 32 640 | 34 652 | 36 665 | 38 678 | 40 691 | 42 704 | 6  | 56 203     | 58 222 | 60 240 | 62 258 | 64 276 | 66 295 | 68 313 |
| 7  | 42 704     | 44 717 | 46 730 | 48 743 | 50 756 | 52 769 | 54 782 | 7  | 68 313     | 70 331 | 72 350 | 74 368 | 76 386 | 78 405 | 80 423 |
| 8  | 54 782     | 56 796 | 58 809 | 60 822 | 62 835 | 64 848 | 66 861 | 8  | 80 423     | 82 441 | 84 460 | 86 478 | 88 497 | 90 515 | 92 533 |
| 9  | 66 861     | 68 874 | 70 887 | 72 901 | 74 914 | 76 927 | 78 940 | 9  | 92 533     | 94 552 | 96 570 | 98 589 | 00 607 | 02 626 | 04 645 |
| 10 | 5.8 78 940 | 80 953 | 82 967 | 84 980 | 86 993 | 89 007 | 91 020 | 10 | 6.6 04 645 | 06 663 | 08 682 | 10 700 | 12 719 | 14 738 | 16 756 |
| 11 | 91 020     | 93 033 | 95 047 | 97 060 | 99 073 | 01 087 | 03 100 | 11 | 16 756     | 18 775 | 20 794 | 22 812 | 24 831 | 26 850 | 28 868 |
| 12 | 5.9 03 100 | 05 113 | 07 127 | 09 140 | 11 154 | 13 167 | 15 181 | 12 | 28 868     | 30 887 | 32 906 | 34 925 | 36 944 | 38 962 | 40 981 |
| 13 | 15 181     | 17 194 | 19 208 | 21 221 | 23 235 | 25 248 | 27 262 | 13 | 40 981     | 43 000 | 45 019 | 47 038 | 49 057 | 51 076 | 53 095 |
| 14 | 27 262     | 29 275 | 31 289 | 33 303 | 35 316 | 37 330 | 39 343 | 14 | 53 095     | 55 114 | 57 133 | 59 151 | 61 170 | 63 190 | 65 209 |
| 15 | 5.9 39 343 | 41 357 | 43 371 | 45 384 | 47 398 | 49 412 | 51 426 | 15 | 6.6 65 209 | 67 228 | 69 247 | 71 266 | 73 285 | 75 304 | 77 323 |
| 16 | 51 426     | 53 439 | 55 453 | 57 467 | 59 481 | 61 494 | 63 508 | 16 | 77 323     | 79 342 | 81 361 | 83 381 | 85 400 | 87 419 | 89 438 |
| 17 | 63 508     | 65 522 | 67 536 | 69 550 | 71 564 | 73 578 | 75 591 | 17 | 89 438     | 91 457 | 93 477 | 95 496 | 97 515 | 99 534 | 01 554 |
| 18 | 75 591     | 77 605 | 79 619 | 81 633 | 83 647 | 85 661 | 87 675 | 18 | 6.7 01 554 | 03 573 | 05 592 | 07 612 | 09 631 | 11 651 | 13 670 |
| 19 | 87 675     | 89 689 | 91 703 | 93 717 | 95 731 | 97 745 | 99 759 | 19 | 13 670     | 15 689 | 17 709 | 19 728 | 21 748 | 23 767 | 25 787 |
| 20 | 5.9 99 759 | 01 773 | 03 788 | 05 802 | 07 816 | 09 830 | 11 844 | 20 | 6.7 25 787 | 27 806 | 29 826 | 31 845 | 33 865 | 35 885 | 37 904 |
| 21 | 6.0 11 844 | 13 858 | 15 872 | 17 887 | 19 901 | 21 915 | 23 929 | 21 | 37 904     | 39 924 | 41 943 | 43 963 | 45 983 | 48 002 | 50 022 |
| 22 | 23 929     | 25 944 | 27 958 | 29 972 | 31 986 | 34 001 | 36 015 | 22 | 50 022     | 52 042 | 54 062 | 56 081 | 58 101 | 60 121 | 62 141 |
| 23 | 36 015     | 38 029 | 40 044 | 42 058 | 44 073 | 46 087 | 48 101 | 23 | 62 141     | 64 160 | 66 180 | 68 200 | 70 220 | 72 240 | 74 260 |
| 24 | 48 101     | 50 116 | 52 130 | 54 145 | 56 159 | 58 174 | 60 188 | 24 | 74 260     | 76 280 | 78 300 | 80 320 | 82 339 | 84 359 | 86 379 |
| 25 | 6.0 60 188 | 62 203 | 64 217 | 66 232 | 68 246 | 70 261 | 72 275 | 25 | 6.7 86 379 | 88 399 | 90 419 | 92 439 | 94 460 | 96 480 | 98 500 |
| 26 | 72 275     | 74 290 | 76 305 | 78 319 | 80 334 | 82 349 | 84 363 | 26 | 98 500     | 00 520 | 02 540 | 04 560 | 06 580 | 08 600 | 10 621 |
| 27 | 84 363     | 86 378 | 88 393 | 90 407 | 92 422 | 94 437 | 96 452 | 27 | 6.8 10 621 | 12 641 | 14 661 | 16 681 | 18 701 | 20 722 | 22 742 |
| 28 | 96 452     | 98 466 | 00 481 | 02 496 | 04 511 | 06 526 | 08 540 | 28 | 22 742     | 24 762 | 26 783 | 28 803 | 30 823 | 32 844 | 34 864 |
| 29 | 6.1 08 540 | 10 555 | 12 570 | 14 585 | 16 600 | 18 615 | 20 630 | 29 | 34 864     | 36 884 | 38 905 | 40 925 | 42 946 | 44 966 | 46 987 |
| 30 | 6.1 20 630 | 22 645 | 24 660 | 26 675 | 28 690 | 30 705 | 32 720 | 30 | 6.8 46 987 | 49 007 | 51 028 | 53 048 | 55 069 | 57 089 | 59 110 |
| 31 | 32 720     | 34 735 | 36 750 | 38 765 | 40 780 | 42 795 | 44 810 | 31 | 59 110     | 61 130 | 63 151 | 65 172 | 67 192 | 69 213 | 71 234 |
| 32 | 44 810     | 46 825 | 48 840 | 50 855 | 52 871 | 54 886 | 56 901 | 32 | 71 234     | 73 254 | 75 275 | 77 296 | 79 316 | 81 337 | 83 358 |
| 33 | 56 901     | 58 916 | 60 931 | 62 947 | 64 962 | 66 977 | 68 992 | 33 | 83 358     | 85 379 | 87 400 | 89 420 | 91 441 | 93 462 | 95 483 |
| 34 | 68 992     | 71 008 | 73 023 | 75 038 | 77 054 | 79 069 | 81 084 | 34 | 95 483     | 97 504 | 99 525 | 01 546 | 03 567 | 05 587 | 07 608 |
| 35 | 6.1 81 084 | 83 100 | 85 115 | 87 131 | 89 146 | 91 162 | 93 177 | 35 | 6.9 07 608 | 09 629 | 11 650 | 13 671 | 15 692 | 17 713 | 19 735 |
| 36 | 93 177     | 95 192 | 97 208 | 99 223 | 01 239 | 03 255 | 05 270 | 36 | 19 735     | 21 756 | 23 777 | 25 798 | 27 819 | 29 840 | 31 861 |
| 37 | 6.2 05 270 | 07 286 | 09 301 | 11 317 | 13 332 | 15 348 | 17 364 | 37 | 31 861     | 33 882 | 35 904 | 37 925 | 39 946 | 41 967 | 43 989 |
| 38 | 17 364     | 19 379 | 21 395 | 23 411 | 25 426 | 27 442 | 29 458 | 38 | 43 989     | 46 010 | 48 031 | 50 052 | 52 074 | 54 095 | 56 117 |
| 39 | 29 458     | 31 474 | 33 489 | 35 505 | 37 521 | 39 537 | 41 552 | 39 | 56 117     | 58 138 | 60 159 | 62 181 | 64 202 | 66 224 | 68 245 |
| 40 | 6.2 41 552 | 43 568 | 45 584 | 47 600 | 49 616 | 51 632 | 53 648 | 40 | 6.9 68 245 | 70 266 | 72 288 | 74 309 | 76 331 | 78 353 | 80 374 |
| 41 | 53 648     | 55 664 | 57 679 | 59 695 | 61 711 | 63 727 | 65 743 | 41 | 80 374     | 82 396 | 84 417 | 86 439 | 88 461 | 90 482 | 92 504 |
| 42 | 65 743     | 67 759 | 69 775 | 71 791 | 73 807 | 75 823 | 77 840 | 42 | 92 504     | 94 525 | 96 547 | 98 569 | 00 591 | 02 612 | 04 634 |
| 43 | 77 840     | 79 856 | 81 872 | 83 888 | 85 904 | 87 920 | 89 936 | 43 | 7.0 04 634 | 06 656 | 08 678 | 10 699 | 12 721 | 14 743 | 16 765 |
| 44 | 89 936     | 91 953 | 93 969 | 95 985 | 98 001 | 00 017 | 02 034 | 44 | 16 765     | 18 787 | 20 809 | 22 831 | 24 853 | 26 875 | 28 897 |
| 45 | 6.3 02 034 | 04 050 | 06 066 | 08 083 | 10 099 | 12 115 | 14 132 | 45 | 7.0 28 897 | 30 918 | 32 940 | 34 962 | 36 985 | 39 007 | 41 029 |
| 46 | 14 132     | 16 148 | 18 164 | 20 181 | 22 197 | 24 214 | 26 230 | 46 | 41 029     | 43 051 | 45 073 | 47 095 | 49 117 | 51 139 | 53 161 |
| 47 | 26 230     | 28 246 | 30 263 | 32 279 | 34 296 | 36 312 | 38 329 | 47 | 53 161     | 55 184 | 57 206 | 59 228 | 61 250 | 63 272 | 65 295 |
| 48 | 38 329     | 40 345 | 42 362 | 44 379 | 46 395 | 48 412 | 50 428 | 48 | 65 295     | 67 317 | 69 339 | 71 362 | 73 384 | 75 406 | 77 429 |
| 49 | 50 428     | 52 445 | 54 462 | 56 478 | 58 495 | 60 512 | 62 528 | 49 | 77 429     | 79 451 | 81 473 | 83 496 | 85 518 | 87 541 | 89 563 |
| 50 | 6.3 62 528 | 64 545 | 66 562 | 68 579 | 70 595 | 72 612 | 74 629 | 50 | 7.0 89 563 | 91 586 | 93 608 | 95 631 | 97 653 | 99 676 | 01 698 |
| 51 | 74 629     | 76 646 | 78 663 | 80 679 | 82 696 | 84 713 | 86 730 | 51 | 7.1 01 698 | 03 721 | 05 743 | 07 766 | 09 789 | 11 811 | 13 834 |
| 52 | 86 730     | 88 747 | 90 764 | 92 781 | 94 798 | 96 815 | 98 832 | 52 | 13 834     | 15 857 | 17 879 | 19 902 | 21 925 | 23 948 | 25 970 |
| 53 | 98 832     | 00 849 | 02 866 | 04 883 | 06 900 | 08 917 | 10 934 | 53 | 25 970     | 27 993 | 30 016 | 32 039 | 34 062 | 36 084 | 38 107 |
| 54 | 6.4 10 934 | 12 951 | 14 968 | 16 985 | 19 002 | 21 020 | 23 037 | 54 | 38 107     | 40 130 | 42 153 | 44 176 | 46 199 | 48 222 | 50 245 |
| 55 | 6.4 23 037 | 25 054 | 27 071 | 29 088 | 31 106 | 33 123 | 35 140 | 55 | 7.1 50 245 | 52 268 | 54 291 | 56 314 | 58 337 | 60 360 | 62 383 |
| 56 | 35 140     | 37 157 | 39 175 | 41 192 | 43 209 | 45 227 | 47 244 | 56 | 62 383     | 64 406 | 66 429 | 68 452 | 70 475 | 72 499 | 74 522 |
| 57 | 47 244     | 49 261 | 51 279 | 53 296 | 55 313 | 57 331 | 59 348 | 57 | 74 522     | 76 545 | 78 568 | 80 591 | 82 615 | 84 638 | 86 661 |
| 58 | 59 348     | 61 366 | 63 383 | 65 401 | 67 418 | 69 436 | 71 453 | 58 | 86 661     | 88 685 | 90 708 | 92 731 | 94 755 | 96 778 | 98 801 |
| 59 | 71 453     | 73 471 | 75 488 | 77 506 | 79 524 | 81 541 | 83 559 | 59 | 98 801     | 00 825 | 02 848 | 04 871 | 06 895 | 08 918 | 10 942 |

|   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   |   |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| 1 | 201.2  | 201.3  | 201.4  | 201.5  | 201.6  | 201.7  | 201.8  | 201.9  | 202.0  | 202.1  | 202.2  | 202.3  | 202.4  | 1 |
| 2 | 402.4  | 402.6  | 402.8  | 403.0  | 403.2  | 403.4  | 403.6  | 403.8  | 404.0  | 404.2  | 404.4  | 404.6  | 404.8  | 2 |
| 3 | 603.6  | 603.9  | 604.2  | 604.5  | 604.8  | 605.1  | 605.4  | 605.7  | 606.0  | 606.3  | 606.6  | 606.9  | 607.2  | 3 |
| 4 | 804.8  | 805.2  | 805.6  | 806.0  | 806.4  | 806.8  | 807.2  | 807.6  | 808.0  | 808.4  | 808.8  | 809.2  | 809.6  | 4 |
| 5 | 1006.0 | 1006.5 | 1007.0 | 1007.5 | 1008.0 | 1008.5 | 1009.0 | 1009.5 | 1010.0 | 1010.5 | 1011.0 | 1011.5 | 1012.0 | 5 |
| 6 | 1207.2 | 1207.8 | 1208.4 | 1209.0 | 1209.6 | 1210.2 | 1210.8 | 1211.4 | 1212.0 | 1212.6 | 1213.2 | 1213.8 | 1214.4 | 6 |
| 7 | 1408.4 | 1409.1 | 1409.8 | 1410.5 | 1411.2 | 1411.9 | 1412.6 | 1413.3 | 1414.0 | 1414.7 | 1415.4 | 1416.1 | 1416.8 | 7 |
| 8 | 1609.6 | 1610.4 | 1611.2 | 1612.0 | 1612.8 | 1613.6 | 1614.4 | 1615.2 | 1616.0 | 1616.8 | 1617.6 | 1618.4 | 1619.2 | 8 |
| 9 | 1810.8 | 1811.7 | 1812.6 | 1813.5 | 1814.4 | 1815.3 | 1816.2 | 1817.1 | 1818.0 | 1818.9 | 1819.8 | 1820.7 | 1821.6 | 9 |



Tafel IV.

log M.

| 10°         |        |        |        |        |        |        | v  | 11°         |        |        |        |        |        |        |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0.85 79 920 | 81 138 | 82 357 | 83 575 | 84 792 | 86 009 | 87 226 | 0  | 0.89 98 506 | 99 616 | 80 726 | 81 835 | 82 945 | 84 054 | 85 162 |
| 87 226      | 88 443 | 89 659 | 90 875 | 92 090 | 93 306 | 94 520 | 1  | 0.90 05 162 | 06 271 | 07 379 | 08 487 | 09 595 | 10 702 | 11 809 |
| 94 520      | 95 735 | 96 949 | 98 163 | 99 377 | 00 590 | 01 803 | 2  | 11 809      | 12 916 | 14 023 | 15 129 | 16 235 | 17 341 | 18 446 |
| 0.86 01 803 | 03 015 | 04 228 | 05 440 | 06 651 | 07 863 | 09 073 | 3  | 18 446      | 19 552 | 20 657 | 21 761 | 22 866 | 23 970 | 25 074 |
| 09 073      | 10 284 | 11 494 | 12 704 | 13 914 | 15 123 | 16 332 | 4  | 25 074      | 26 177 | 27 281 | 28 384 | 29 487 | 30 589 | 31 691 |
| 0.86 16 332 | 17 541 | 18 749 | 19 957 | 21 165 | 22 372 | 23 579 | 5  | 0.90 31 691 | 32 793 | 33 895 | 34 997 | 36 098 | 37 199 | 38 299 |
| 23 579      | 24 786 | 25 992 | 27 199 | 28 404 | 29 610 | 30 815 | 6  | 38 299      | 39 400 | 40 500 | 41 600 | 42 699 | 43 799 | 44 898 |
| 30 815      | 32 020 | 33 224 | 34 428 | 35 632 | 36 835 | 38 039 | 7  | 44 898      | 45 996 | 47 095 | 48 193 | 49 291 | 50 389 | 51 486 |
| 38 039      | 39 241 | 40 444 | 41 646 | 42 848 | 44 049 | 45 251 | 8  | 51 486      | 52 583 | 53 680 | 54 777 | 55 873 | 56 969 | 58 065 |
| 45 251      | 46 451 | 47 652 | 48 852 | 50 052 | 51 252 | 52 451 | 9  | 58 065      | 59 161 | 60 256 | 61 351 | 62 446 | 63 540 | 64 635 |
| 0.86 52 451 | 53 650 | 54 849 | 56 047 | 57 245 | 58 443 | 59 640 | 10 | 0.90 64 635 | 65 729 | 66 822 | 67 916 | 69 009 | 70 102 | 71 195 |
| 59 640      | 60 837 | 62 034 | 63 230 | 64 426 | 65 622 | 66 818 | 11 | 71 195      | 72 287 | 73 379 | 74 471 | 75 563 | 76 654 | 77 745 |
| 66 818      | 68 013 | 69 207 | 70 402 | 71 596 | 72 790 | 73 984 | 12 | 77 745      | 78 836 | 79 926 | 81 017 | 82 107 | 83 196 | 84 286 |
| 73 984      | 75 177 | 76 370 | 77 562 | 78 755 | 79 946 | 81 138 | 13 | 84 286      | 85 375 | 86 464 | 87 553 | 88 641 | 89 729 | 90 817 |
| 81 138      | 82 329 | 83 520 | 84 711 | 85 901 | 87 092 | 88 281 | 14 | 90 817      | 91 905 | 92 992 | 94 079 | 95 166 | 96 253 | 97 339 |
| 0.86 88 281 | 89 471 | 90 660 | 91 849 | 93 037 | 94 225 | 95 413 | 15 | 0.90 97 339 | 98 425 | 99 511 | 00 597 | 01 682 | 02 767 | 03 852 |
| 95 413      | 96 601 | 97 788 | 98 975 | 00 161 | 01 348 | 02 534 | 16 | 0.91 03 852 | 04 936 | 06 020 | 07 104 | 08 188 | 09 272 | 10 355 |
| 0.87 02 534 | 03 719 | 04 905 | 06 090 | 07 274 | 08 459 | 09 643 | 17 | 10 355      | 11 438 | 12 521 | 13 603 | 14 685 | 15 767 | 16 849 |
| 09 643      | 10 827 | 12 010 | 13 193 | 14 376 | 15 558 | 16 741 | 18 | 16 849      | 17 930 | 19 011 | 20 092 | 21 173 | 22 253 | 23 333 |
| 16 741      | 17 923 | 19 104 | 20 285 | 21 466 | 22 647 | 23 827 | 19 | 23 333      | 24 413 | 25 493 | 26 572 | 27 651 | 28 730 | 29 808 |
| 0.87 23 827 | 25 007 | 26 187 | 27 367 | 28 546 | 29 725 | 30 903 | 20 | 0.91 29 808 | 30 887 | 31 965 | 33 043 | 34 120 | 35 197 | 36 274 |
| 30 903      | 32 081 | 33 259 | 34 437 | 35 614 | 36 791 | 37 967 | 21 | 36 274      | 37 351 | 38 428 | 39 504 | 40 580 | 41 656 | 42 731 |
| 37 967      | 39 144 | 40 320 | 41 495 | 42 671 | 43 846 | 45 021 | 22 | 42 731      | 43 806 | 44 881 | 45 956 | 47 030 | 48 105 | 49 179 |
| 45 021      | 46 195 | 47 369 | 48 543 | 49 717 | 50 890 | 52 063 | 23 | 49 179      | 50 252 | 51 326 | 52 399 | 53 472 | 54 545 | 55 617 |
| 52 063      | 53 236 | 54 408 | 55 580 | 56 752 | 57 923 | 59 094 | 24 | 55 617      | 56 689 | 57 761 | 58 833 | 59 904 | 60 975 | 62 046 |
| 0.87 59 094 | 60 265 | 61 436 | 62 606 | 63 776 | 64 945 | 66 115 | 25 | 0.91 62 046 | 63 117 | 64 187 | 65 257 | 66 327 | 67 397 | 68 466 |
| 66 115      | 67 284 | 68 452 | 69 621 | 70 789 | 71 956 | 73 124 | 26 | 68 466      | 69 535 | 70 604 | 71 673 | 72 741 | 73 809 | 74 877 |
| 73 124      | 74 291 | 75 458 | 76 624 | 77 791 | 78 957 | 80 122 | 27 | 74 877      | 75 945 | 77 012 | 78 079 | 79 146 | 80 213 | 81 279 |
| 80 122      | 81 288 | 82 453 | 83 617 | 84 782 | 85 946 | 87 110 | 28 | 81 279      | 82 345 | 83 411 | 84 476 | 85 542 | 86 607 | 87 672 |
| 87 110      | 88 273 | 89 436 | 90 599 | 91 762 | 92 924 | 94 086 | 29 | 87 672      | 88 736 | 89 801 | 90 865 | 91 929 | 92 992 | 94 055 |
| 0.87 94 086 | 95 248 | 96 409 | 97 571 | 98 731 | 99 892 | 01 052 | 30 | 0.91 94 055 | 95 119 | 96 181 | 97 244 | 98 306 | 99 368 | 00 430 |
| 0.88 01 052 | 02 212 | 03 372 | 04 531 | 05 690 | 06 849 | 08 007 | 31 | 0.92 00 430 | 01 492 | 02 553 | 03 614 | 04 675 | 05 736 | 06 796 |
| 08 007      | 09 165 | 10 323 | 11 481 | 12 638 | 13 795 | 14 951 | 32 | 06 796      | 07 856 | 08 916 | 09 976 | 11 035 | 12 094 | 13 153 |
| 14 951      | 16 108 | 17 264 | 18 420 | 19 575 | 20 730 | 21 885 | 33 | 13 153      | 14 212 | 15 270 | 16 328 | 17 386 | 18 444 | 19 501 |
| 21 885      | 23 040 | 24 194 | 25 348 | 26 501 | 27 655 | 28 808 | 34 | 19 501      | 20 558 | 21 615 | 22 672 | 23 728 | 24 784 | 25 840 |
| 0.88 28 808 | 29 961 | 31 113 | 32 265 | 33 417 | 34 569 | 35 720 | 35 | 0.92 25 840 | 26 896 | 27 951 | 29 006 | 30 061 | 31 116 | 32 170 |
| 35 720      | 36 871 | 38 022 | 39 172 | 40 322 | 41 472 | 42 622 | 36 | 32 170      | 33 224 | 34 278 | 35 332 | 36 385 | 37 439 | 38 491 |
| 42 622      | 43 771 | 44 920 | 46 069 | 47 217 | 48 365 | 49 513 | 37 | 38 491      | 39 544 | 40 597 | 41 649 | 42 701 | 43 753 | 44 804 |
| 49 513      | 50 660 | 51 807 | 52 954 | 54 101 | 55 247 | 56 393 | 38 | 44 804      | 45 855 | 46 906 | 47 957 | 49 007 | 50 058 | 51 108 |
| 56 393      | 57 539 | 58 684 | 59 830 | 60 974 | 62 119 | 63 263 | 39 | 51 108      | 52 158 | 53 207 | 54 256 | 55 305 | 56 354 | 57 403 |
| 0.88 63 263 | 64 407 | 65 551 | 66 694 | 67 837 | 68 980 | 70 123 | 40 | 0.92 57 403 | 58 451 | 59 499 | 60 547 | 61 595 | 62 642 | 63 689 |
| 70 123      | 71 265 | 72 407 | 73 549 | 74 690 | 75 831 | 76 972 | 41 | 63 689      | 64 736 | 65 782 | 66 829 | 67 875 | 68 921 | 69 966 |
| 76 972      | 78 112 | 79 253 | 80 392 | 81 532 | 82 671 | 83 811 | 42 | 69 966      | 71 012 | 72 057 | 73 102 | 74 147 | 75 191 | 76 235 |
| 83 811      | 84 949 | 86 088 | 87 226 | 88 364 | 89 501 | 90 639 | 43 | 76 235      | 77 279 | 78 323 | 79 367 | 80 410 | 81 453 | 82 496 |
| 90 639      | 91 776 | 92 913 | 94 049 | 95 185 | 96 321 | 97 457 | 44 | 82 496      | 83 538 | 84 580 | 85 622 | 86 664 | 87 706 | 88 747 |
| 0.88 97 457 | 98 592 | 99 727 | 00 862 | 01 996 | 03 130 | 04 264 | 45 | 0.92 88 747 | 89 788 | 90 829 | 91 870 | 92 910 | 93 950 | 94 990 |
| 0.89 04 264 | 05 398 | 06 531 | 07 664 | 08 797 | 09 929 | 11 062 | 46 | 94 990      | 96 030 | 97 069 | 98 108 | 99 147 | 00 186 | 01 224 |
| 11 062      | 12 194 | 13 325 | 14 456 | 15 588 | 16 718 | 17 849 | 47 | 0.93 01 224 | 02 263 | 03 301 | 04 338 | 05 376 | 06 413 | 07 450 |
| 17 849      | 18 979 | 20 109 | 21 238 | 22 368 | 23 497 | 24 626 | 48 | 07 450      | 08 487 | 09 523 | 10 560 | 11 596 | 12 632 | 13 667 |
| 24 626      | 25 754 | 26 882 | 28 010 | 29 138 | 30 265 | 31 392 | 49 | 13 667      | 14 703 | 15 738 | 16 773 | 17 807 | 18 842 | 19 876 |
| 0.89 31 392 | 32 519 | 33 646 | 34 772 | 35 898 | 37 023 | 38 149 | 50 | 0.93 19 876 | 20 910 | 21 944 | 22 977 | 24 011 | 25 044 | 26 076 |
| 38 149      | 39 274 | 40 399 | 41 523 | 42 648 | 43 772 | 44 895 | 51 | 26 076      | 27 109 | 28 141 | 29 173 | 30 205 | 31 237 | 32 268 |
| 44 895      | 46 019 | 47 142 | 48 265 | 49 387 | 50 510 | 51 632 | 52 | 32 268      | 33 299 | 34 330 | 35 361 | 36 391 | 37 421 | 38 451 |
| 51 632      | 52 753 | 53 875 | 54 996 | 56 117 | 57 237 | 58 358 | 53 | 38 451      | 39 481 | 40 511 | 41 540 | 42 569 | 43 598 | 44 626 |
| 58 358      | 59 478 | 60 598 | 61 717 | 62 836 | 63 955 | 65 074 | 54 | 44 626      | 45 655 | 46 683 | 47 711 | 48 738 | 49 766 | 50 793 |
| 0.89 65 074 | 66 192 | 67 311 | 68 428 | 69 546 | 70 663 | 71 780 | 55 | 0.93 50 793 | 51 820 | 52 847 | 53 873 | 54 899 | 55 925 | 56 951 |
| 71 780      | 72 897 | 74 013 | 75 130 | 76 246 | 77 361 | 78 477 | 56 | 56 951      | 57 977 | 59 002 | 60 027 | 61 052 | 62 076 | 63 101 |
| 78 477      | 79 592 | 80 706 | 81 821 | 82 935 | 84 049 | 85 163 | 57 | 63 101      | 64 125 | 65 149 | 66 173 | 67 196 | 68 219 | 69 242 |
| 85 163      | 86 276 | 87 389 | 88 502 | 89 615 | 90 727 | 91 839 | 58 | 69 242      | 70 265 | 71 288 | 72 310 | 73 332 | 74 354 | 75 375 |
| 91 839      | 92 951 | 94 063 | 95 174 | 96 285 | 97 395 | 98 506 | 59 | 75 375      | 76 397 | 77 418 | 78 439 | 79 460 | 80 480 | 81 500 |

| 1211   | 1203   | 1195   | 1186   | 1178   | 1170   | 1161   | 1153   | 1145   | 1136   | 1128   | 1120   | 1111   | 1103   | 1095  | 1086  | 1078  | 1070  | 1061  | 1053  | 1045  | 1036  | 1028  | 1020  |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 121.1  | 120.3  | 119.5  | 118.6  | 117.8  | 117.0  | 116.1  | 115.3  | 114.5  | 113.6  | 112.8  | 112.0  | 111.1  | 110.3  | 109.5 | 108.6 | 107.8 | 107.0 | 106.1 | 105.3 | 104.5 | 103.6 | 102.8 | 102.0 |
| 242.2  | 240.6  | 239.0  | 237.2  | 235.6  | 234.0  | 232.2  | 230.6  | 229.0  | 227.2  | 225.6  | 224.0  | 222.2  | 220.6  | 219.0 | 217.2 | 215.6 | 214.0 | 212.2 | 210.6 | 209.0 | 207.2 | 205.6 | 204.0 |
| 363.3  | 360.9  | 358.5  | 356.8  | 355.4  | 354.0  | 352.8  | 351.5  | 350.3  | 349.0  | 347.8  | 346.5  | 345.3  | 344.0  | 342.8 | 341.5 | 340.3 | 339.0 | 337.8 | 336.5 | 335.3 | 334.0 | 332.8 | 331.5 |
| 484.4  | 481.2  | 478.0  | 474.4  | 471.2  | 468.0  | 464.4  | 461.2  | 458.0  | 454.4  | 451.2  | 448.0  | 444.4  | 441.2  | 438.0 | 434.4 | 431.2 | 428.0 | 424.4 | 421.2 | 418.0 | 414.4 | 411.2 | 408.0 |
| 605.5  | 601.5  | 597.5  | 593.0  | 589.0  | 585.0  | 580.5  | 576.5  | 572.5  | 568.0  | 564.0  | 560.0  | 555.5  | 551.5  | 547.5 | 543.0 | 539.0 | 535.0 | 530.5 | 526.5 | 522.5 | 518.0 | 514.0 | 510.0 |
| 726.6  | 721.8  | 717.0  | 711.6  | 706.8  | 702.0  | 696.6  | 691.8  | 687.0  | 681.6  | 676.8  | 672.0  | 666.6  | 661.8  | 657.0 | 651.6 | 646.8 | 642.0 | 636.6 | 631.8 | 627.0 | 621.6 | 616.8 | 612.0 |
| 847.7  | 842.1  | 836.5  | 830.8  | 824.6  | 819.0  | 812.7  | 807.1  | 801.5  | 795.2  | 789.6  | 784.0  | 777.7  | 772.1  | 766.5 | 760.3 | 754.6 | 749.0 | 742.7 | 737.1 | 731.5 | 725.2 | 719.6 | 714.0 |
| 968.8  | 962.4  | 956.0  | 948.8  | 942.4  | 936.0  | 928.8  | 922.4  | 916.0  | 908.8  | 902.4  | 896.0  | 888.8  | 882.4  | 876.0 | 868.8 | 862.4 | 856.0 | 848.8 | 842.4 | 836.0 | 828.8 | 822.4 | 816.0 |
| 1089.9 | 1083.7 | 1077.5 | 1069.8 | 1063.4 | 1057.0 | 1049.8 | 1043.7 | 1037.3 | 1030.4 | 1023.5 | 1016.6 | 1009.9 | 1003.2 | 996.5 | 989.8 | 983.0 | 976.3 | 969.5 | 962.7 | 956.0 | 949.2 | 942.4 | 935.6 |

**Tafel IV.**

| log M. |      |        |        |        |        |        |        |        |    |      |        |        |        |        |        |        |        |    |      |        |        |        |        |        |        |        |    |      |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 12°    |      |        |        |        |        |        |        |        |    |      |        |        |        |        | 13°    |        |        |    |      |        |        |        |        |        |        |        |    |      |        |        |        |        |        |        |        |
| v      | 0"   |        | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"   |        | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"   |        | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"   |        | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0      | 0.93 | 81 500 | 82 520 | 83 540 | 84 560 | 85 579 | 86 598 | 87 617 | 0  | 0.97 | 34 682 | 35 626 | 36 570 | 37 513 | 38 457 | 39 400 | 40 343 | 0  | 0.97 | 34 682 | 35 626 | 36 570 | 37 513 | 38 457 | 39 400 | 40 343 | 0  | 0.97 | 34 682 | 35 626 | 36 570 | 37 513 | 38 457 | 39 400 | 40 343 |
| 1      |      | 87 617 | 88 636 | 89 654 | 90 672 | 91 690 | 92 708 | 93 725 | 1  |      | 40 343 | 41 286 | 42 228 | 43 171 | 44 113 | 45 055 | 45 997 | 1  |      | 40 343 | 41 286 | 42 228 | 43 171 | 44 113 | 45 055 | 45 997 | 1  |      | 40 343 | 41 286 | 42 228 | 43 171 | 44 113 | 45 055 | 45 997 |
| 2      |      | 93 725 | 94 743 | 95 760 | 96 777 | 97 793 | 98 810 | 99 826 | 2  |      | 45 997 | 46 938 | 47 880 | 48 821 | 49 762 | 50 703 | 51 644 | 2  |      | 45 997 | 46 938 | 47 880 | 48 821 | 49 762 | 50 703 | 51 644 | 2  |      | 45 997 | 46 938 | 47 880 | 48 821 | 49 762 | 50 703 | 51 644 |
| 3      |      | 99 826 | 00 842 | 01 857 | 02 873 | 03 888 | 04 903 | 05 918 | 3  |      | 51 644 | 52 584 | 53 524 | 54 465 | 55 404 | 56 344 | 57 284 | 3  |      | 51 644 | 52 584 | 53 524 | 54 465 | 55 404 | 56 344 | 57 284 | 3  |      | 51 644 | 52 584 | 53 524 | 54 465 | 55 404 | 56 344 | 57 284 |
| 4      | 0.94 | 05 918 | 06 932 | 07 947 | 08 961 | 09 975 | 10 988 | 12 002 | 4  |      | 57 284 | 58 223 | 59 162 | 60 101 | 61 040 | 61 978 | 62 917 | 4  |      | 57 284 | 58 223 | 59 162 | 60 101 | 61 040 | 61 978 | 62 917 | 4  |      | 57 284 | 58 223 | 59 162 | 60 101 | 61 040 | 61 978 | 62 917 |
| 5      | 0.94 | 12 002 | 13 015 | 14 028 | 15 040 | 16 053 | 17 065 | 18 077 | 5  | 0.97 | 62 917 | 63 855 | 64 793 | 65 730 | 66 668 | 67 605 | 68 543 | 5  | 0.97 | 62 917 | 63 855 | 64 793 | 65 730 | 66 668 | 67 605 | 68 543 | 5  | 0.97 | 62 917 | 63 855 | 64 793 | 65 730 | 66 668 | 67 605 | 68 543 |
| 6      |      | 18 077 | 19 089 | 20 101 | 21 112 | 22 123 | 23 134 | 24 145 | 6  |      | 68 543 | 69 480 | 70 416 | 71 353 | 72 289 | 73 226 | 74 162 | 6  |      | 68 543 | 69 480 | 70 416 | 71 353 | 72 289 | 73 226 | 74 162 | 6  |      | 68 543 | 69 480 | 70 416 | 71 353 | 72 289 | 73 226 | 74 162 |
| 7      |      | 24 145 | 25 155 | 26 166 | 27 176 | 28 186 | 29 195 | 30 205 | 7  |      | 74 162 | 75 098 | 76 033 | 76 969 | 77 904 | 78 839 | 79 774 | 7  |      | 74 162 | 75 098 | 76 033 | 76 969 | 77 904 | 78 839 | 79 774 | 7  |      | 74 162 | 75 098 | 76 033 | 76 969 | 77 904 | 78 839 | 79 774 |
| 8      |      | 30 205 | 31 214 | 32 223 | 33 231 | 34 240 | 35 248 | 36 256 | 8  |      | 79 774 | 80 709 | 81 643 | 82 578 | 83 512 | 84 446 | 85 379 | 8  |      | 79 774 | 80 709 | 81 643 | 82 578 | 83 512 | 84 446 | 85 379 | 8  |      | 79 774 | 80 709 | 81 643 | 82 578 | 83 512 | 84 446 | 85 379 |
| 9      |      | 36 256 | 37 264 | 38 271 | 39 279 | 40 286 | 41 293 | 42 299 | 9  |      | 85 379 | 86 313 | 87 246 | 88 179 | 89 112 | 90 045 | 90 978 | 9  |      | 85 379 | 86 313 | 87 246 | 88 179 | 89 112 | 90 045 | 90 978 | 9  |      | 85 379 | 86 313 | 87 246 | 88 179 | 89 112 | 90 045 | 90 978 |
| 10     | 0.94 | 42 299 | 43 306 | 44 312 | 45 318 | 46 324 | 47 329 | 48 335 | 10 | 0.97 | 90 978 | 91 910 | 92 843 | 93 775 | 94 706 | 95 638 | 96 570 | 10 | 0.97 | 90 978 | 91 910 | 92 843 | 93 775 | 94 706 | 95 638 | 96 570 | 10 | 0.97 | 90 978 | 91 910 | 92 843 | 93 775 | 94 706 | 95 638 | 96 570 |
| 11     |      | 48 335 | 49 340 | 50 345 | 51 349 | 52 354 | 53 358 | 54 362 | 11 |      | 96 570 | 97 501 | 98 432 | 99 363 | 00 294 | 01 224 | 02 154 | 11 |      | 96 570 | 97 501 | 98 432 | 99 363 | 00 294 | 01 224 | 02 154 | 11 |      | 96 570 | 97 501 | 98 432 | 99 363 | 00 294 | 01 224 | 02 154 |
| 12     |      | 54 362 | 55 366 | 56 370 | 57 373 | 58 376 | 59 379 | 60 382 | 12 | 0.98 | 02 154 | 03 085 | 04 015 | 04 944 | 05 874 | 06 803 | 07 733 | 12 | 0.98 | 02 154 | 03 085 | 04 015 | 04 944 | 05 874 | 06 803 | 07 733 | 12 | 0.98 | 02 154 | 03 085 | 04 015 | 04 944 | 05 874 | 06 803 | 07 733 |
| 13     |      | 60 382 | 61 384 | 62 386 | 63 388 | 64 390 | 65 392 | 66 393 | 13 |      | 07 733 | 08 662 | 09 590 | 10 519 | 11 448 | 12 376 | 13 304 | 13 |      | 07 733 | 08 662 | 09 590 | 10 519 | 11 448 | 12 376 | 13 304 | 13 |      | 07 733 | 08 662 | 09 590 | 10 519 | 11 448 | 12 376 | 13 304 |
| 14     |      | 66 393 | 67 394 | 68 395 | 69 396 | 70 396 | 71 397 | 72 397 | 14 |      | 13 304 | 14 232 | 15 159 | 16 087 | 17 014 | 17 941 | 18 868 | 14 |      | 13 304 | 14 232 | 15 159 | 16 087 | 17 014 | 17 941 | 18 868 | 14 |      | 13 304 | 14 232 | 15 159 | 16 087 | 17 014 | 17 941 | 18 868 |
| 15     | 0.94 | 72 397 | 73 396 | 74 396 | 75 395 | 76 395 | 77 393 | 78 392 | 15 | 0.98 | 18 868 | 19 795 | 20 722 | 21 648 | 22 574 | 23 500 | 24 426 | 15 | 0.98 | 18 868 | 19 795 | 20 722 | 21 648 | 22 574 | 23 500 | 24 426 | 15 | 0.98 | 18 868 | 19 795 | 20 722 | 21 648 | 22 574 | 23 500 | 24 426 |
| 16     |      | 78 392 | 79 391 | 80 389 | 81 387 | 82 385 | 83 382 | 84 380 | 16 |      | 24 426 | 25 352 | 26 277 | 27 203 | 28 128 | 29 053 | 29 977 | 16 |      | 24 426 | 25 352 | 26 277 | 27 203 | 28 128 | 29 053 | 29 977 | 16 |      | 24 426 | 25 352 | 26 277 | 27 203 | 28 128 | 29 053 | 29 977 |
| 17     |      | 84 380 | 85 377 | 86 374 | 87 371 | 88 367 | 89 364 | 90 360 | 17 |      | 29 977 | 30 902 | 31 826 | 32 750 | 33 674 | 34 598 | 35 522 | 17 |      | 29 977 | 30 902 | 31 826 | 32 750 | 33 674 | 34 598 | 35 522 | 17 |      | 29 977 | 30 902 | 31 826 | 32 750 | 33 674 | 34 598 | 35 522 |
| 18     |      | 90 360 | 91 356 | 92 351 | 93 347 | 94 342 | 95 337 | 96 332 | 18 |      | 35 522 | 36 445 | 37 368 | 38 291 | 39 214 | 40 137 | 41 059 | 18 |      | 35 522 | 36 445 | 37 368 | 38 291 | 39 214 | 40 137 | 41 059 | 18 |      | 35 522 | 36 445 | 37 368 | 38 291 | 39 214 | 40 137 | 41 059 |
| 19     |      | 96 332 | 97 326 | 98 321 | 99 315 | 00 309 | 01 302 | 02 296 | 19 |      | 41 059 | 41 982 | 42 904 | 43 826 | 44 747 | 45 669 | 46 590 | 19 |      | 41 059 | 41 982 | 42 904 | 43 826 | 44 747 | 45 669 | 46 590 | 19 |      | 41 059 | 41 982 | 42 904 | 43 826 | 44 747 | 45 669 | 46 590 |
| 20     | 0.95 | 02 296 | 03 289 | 04 282 | 05 275 | 06 268 | 07 260 | 08 252 | 20 | 0.98 | 46 590 | 47 511 | 48 432 | 49 353 | 50 274 | 51 194 | 52 115 | 20 | 0.98 | 46 590 | 47 511 | 48 432 | 49 353 | 50 274 | 51 194 | 52 115 | 20 | 0.98 | 46 590 | 47 511 | 48 432 | 49 353 | 50 274 | 51 194 | 52 115 |
| 21     |      | 08 252 | 09 244 | 10 236 | 11 228 | 12 219 | 13 210 | 14 201 | 21 |      | 52 115 | 53 035 | 53 955 | 54 874 | 55 794 | 56 713 | 57 632 | 21 |      | 52 115 | 53 035 | 53 955 | 54 874 | 55 794 | 56 713 | 57 632 | 21 |      | 52 115 | 53 035 | 53 955 | 54 874 | 55 794 | 56 713 | 57 632 |
| 22     |      | 14 201 | 15 192 | 16 182 | 17 172 | 18 162 | 19 152 | 20 142 | 22 |      | 57 632 | 58 551 | 59 470 | 60 389 | 61 307 | 62 225 | 63 143 | 22 |      | 57 632 | 58 551 | 59 470 | 60 389 | 61 307 | 62 225 | 63 143 | 22 |      | 57 632 | 58 551 | 59 470 | 60 389 | 61 307 | 62 225 | 63 143 |
| 23     |      | 20 142 | 21 131 | 22 120 | 23 109 | 24 098 | 25 086 | 26 075 | 23 |      | 63 143 | 64 061 | 64 979 | 65 896 | 66 814 | 67 731 | 68 648 | 23 |      | 63 143 | 64 061 | 64 979 | 65 896 | 66 814 | 67 731 | 68 648 | 23 |      | 63 143 | 64 061 | 64 979 | 65 896 | 66 814 | 67 731 | 68 648 |
| 24     |      | 26 075 | 27 063 | 28 051 | 29 038 | 30 026 | 31 013 | 32 000 | 24 |      | 68 648 | 69 565 | 70 481 | 71 398 | 72 314 | 73 230 | 74 146 | 24 |      | 68 648 | 69 565 | 70 481 | 71 398 | 72 314 | 73 230 | 74 146 | 24 |      | 68 648 | 69 565 | 70 481 | 71 398 | 72 314 | 73 230 | 74 146 |
| 25     | 0.95 | 32 000 | 32 987 | 33 974 | 34 960 | 35 946 | 36 932 | 37 918 | 25 | 0.98 | 74 146 | 75 061 | 75 977 | 76 892 | 77 807 | 78 722 | 79 637 | 25 | 0.98 | 74 146 | 75 061 | 75 977 | 76 892 | 77 807 | 78 722 | 79 637 | 25 | 0.98 | 74 146 | 75 061 | 75 977 | 76 892 | 77 807 | 78 722 | 79 637 |
| 26     |      | 37 918 | 38 903 | 39 889 | 40 874 | 41 859 | 42 843 | 43 828 | 26 |      | 79 637 | 80 552 | 81 466 | 82 380 | 83 294 | 84 208 | 85 122 | 26 |      | 79 637 | 80 552 | 81 466 | 82 380 | 83 294 | 84 208 | 85 122 | 26 |      | 79 637 | 80 552 | 81 466 | 82 380 | 83 294 | 84 208 | 85 122 |
| 27     |      | 43 828 | 44 812 | 45 796 | 46 780 | 47 763 | 48 747 | 49 730 | 27 |      | 85 122 | 86 035 | 86 948 | 87 862 | 88 775 | 89 687 | 90 600 | 27 |      | 85 122 | 86 035 | 86 948 | 87 862 | 88 775 | 89 687 | 90 600 | 27 |      | 85 122 | 86 035 | 86 948 | 87 862 | 88 775 | 89 687 | 90 600 |
| 28     |      | 49 730 | 50 713 | 51 696 | 52 678 | 53 661 | 54 643 | 55 625 | 28 |      | 90 600 | 91 512 | 92 424 | 93 337 | 94 248 | 95 160 | 96 072 | 28 |      | 90 600 | 91 512 | 92 424 | 93 337 | 94 248 | 95 160 | 96 072 | 28 |      | 90 600 | 91 512 | 92 424 | 93 337 | 94 248 | 95 160 | 96 072 |
| 29     |      | 55 625 | 56 606 | 57 588 | 58 569 | 59 550 | 60 531 | 61 512 | 29 |      | 96 072 | 96 983 | 97 894 | 9      |        |        |        |    |      |        |        |        |        |        |        |        |    |      |        |        |        |        |        |        |        |



## Tafel IV.

| log M.      |         |         |         |         |         |         |     |             |        |        |         |         |         |         |             |        |        |         |         |         |         |  |  |  |  |  |  |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--|--|--|--|--|--|
| 14°         |         |         |         |         |         |         |     |             |        |        |         |         |         | 15°     |             |        |        |         |         |         |         |  |  |  |  |  |  |
| 0"          |         | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60" | v           | 0"     |        | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"         | 60"    |        |         |         |         |         |  |  |  |  |  |  |
| 1.00 62 543 | 63 422  | 64 301  | 65 180  | 66 058  | 66 936  | 67 815  | 0'  | 1.03 68 646 | 69 468 | 70 291 | 71 113  | 71 936  | 72 758  | 73 580  | 1.03 68 646 | 69 468 | 70 291 | 71 113  | 71 936  | 72 758  | 73 580  |  |  |  |  |  |  |
| 67 815      | 68 692  | 69 570  | 70 448  | 71 325  | 72 203  | 73 080  | 1   | 73 580      | 74 402 | 75 224 | 76 045  | 76 867  | 77 688  | 78 509  | 73 580      | 74 402 | 75 224 | 76 045  | 76 867  | 77 688  | 78 509  |  |  |  |  |  |  |
| 73 080      | 73 957  | 74 833  | 75 710  | 76 586  | 77 463  | 78 339  | 2   | 78 509      | 79 330 | 80 151 | 80 972  | 81 793  | 82 613  | 83 433  | 78 509      | 79 330 | 80 151 | 80 972  | 81 793  | 82 613  | 83 433  |  |  |  |  |  |  |
| 78 339      | 79 215  | 80 091  | 80 966  | 81 842  | 82 717  | 83 592  | 3   | 83 433      | 84 254 | 85 074 | 85 894  | 86 713  | 87 533  | 88 352  | 83 433      | 84 254 | 85 074 | 85 894  | 86 713  | 87 533  | 88 352  |  |  |  |  |  |  |
| 83 592      | 84 467  | 85 342  | 86 216  | 87 091  | 87 965  | 88 839  | 4   | 88 352      | 89 172 | 89 991 | 90 810  | 91 629  | 92 447  | 93 266  | 88 839      | 89 172 | 89 991 | 90 810  | 91 629  | 92 447  | 93 266  |  |  |  |  |  |  |
| 1.00 88 839 | 89 713  | 90 587  | 91 461  | 92 334  | 93 207  | 94 081  | 5   | 1.03 93 266 | 94 085 | 94 903 | 95 721  | 96 539  | 97 357  | 98 175  | 1.03 93 266 | 94 085 | 94 903 | 95 721  | 96 539  | 97 357  | 98 175  |  |  |  |  |  |  |
| 94 081      | 94 954  | 95 826  | 96 699  | 97 571  | 98 444  | 99 316  | 6   | 98 175      | 98 992 | 99 810 | 100 627 | 101 444 | 102 261 | 103 078 | 98 175      | 98 992 | 99 810 | 100 627 | 101 444 | 102 261 | 103 078 |  |  |  |  |  |  |
| 99 316      | 100 188 | 101 060 | 101 931 | 102 803 | 103 674 | 104 545 | 7   | 1.04 03 078 | 03 895 | 04 711 | 05 528  | 06 344  | 07 160  | 07 976  | 1.04 03 078 | 03 895 | 04 711 | 05 528  | 06 344  | 07 160  | 07 976  |  |  |  |  |  |  |
| 1.01 04 545 | 05 416  | 06 287  | 07 158  | 08 028  | 08 899  | 09 769  | 8   | 07 976      | 08 792 | 09 608 | 10 423  | 11 239  | 12 054  | 12 869  | 07 976      | 08 792 | 09 608 | 10 423  | 11 239  | 12 054  | 12 869  |  |  |  |  |  |  |
| 09 769      | 10 639  | 11 509  | 12 378  | 13 248  | 14 117  | 14 986  | 9   | 12 869      | 13 684 | 14 499 | 15 314  | 16 128  | 16 943  | 17 757  | 12 869      | 13 684 | 14 499 | 15 314  | 16 128  | 16 943  | 17 757  |  |  |  |  |  |  |
| 1.01 14 986 | 15 855  | 16 724  | 17 593  | 18 461  | 19 330  | 20 198  | 10  | 1.04 17 757 | 18 571 | 19 385 | 20 199  | 21 013  | 21 827  | 22 640  | 1.04 17 757 | 18 571 | 19 385 | 20 199  | 21 013  | 21 827  | 22 640  |  |  |  |  |  |  |
| 20 198      | 21 066  | 21 934  | 22 802  | 23 669  | 24 537  | 25 404  | 11  | 22 640      | 23 453 | 24 266 | 25 080  | 25 892  | 26 705  | 27 518  | 22 640      | 23 453 | 24 266 | 25 080  | 25 892  | 26 705  | 27 518  |  |  |  |  |  |  |
| 25 404      | 26 271  | 27 138  | 28 005  | 28 872  | 29 738  | 30 604  | 12  | 27 518      | 28 330 | 29 143 | 29 955  | 30 767  | 31 579  | 32 390  | 27 518      | 28 330 | 29 143 | 29 955  | 30 767  | 31 579  | 32 390  |  |  |  |  |  |  |
| 30 604      | 31 470  | 32 336  | 33 202  | 34 067  | 34 933  | 35 798  | 13  | 32 390      | 33 202 | 34 013 | 34 825  | 35 636  | 36 447  | 37 258  | 32 390      | 33 202 | 34 013 | 34 825  | 35 636  | 36 447  | 37 258  |  |  |  |  |  |  |
| 35 798      | 36 663  | 37 528  | 38 393  | 39 258  | 40 122  | 40 986  | 14  | 37 258      | 38 069 | 38 879 | 39 690  | 40 500  | 41 310  | 42 120  | 37 258      | 38 069 | 38 879 | 39 690  | 40 500  | 41 310  | 42 120  |  |  |  |  |  |  |
| 1.01 40 986 | 41 850  | 42 714  | 43 578  | 44 442  | 45 305  | 46 169  | 15  | 1.04 42 120 | 42 930 | 43 740 | 44 550  | 45 359  | 46 169  | 46 978  | 1.04 42 120 | 42 930 | 43 740 | 44 550  | 45 359  | 46 169  | 46 978  |  |  |  |  |  |  |
| 46 169      | 47 032  | 47 895  | 48 758  | 49 621  | 50 483  | 51 346  | 16  | 46 978      | 47 787 | 48 596 | 49 405  | 50 213  | 51 022  | 51 830  | 46 978      | 47 787 | 48 596 | 49 405  | 50 213  | 51 022  | 51 830  |  |  |  |  |  |  |
| 51 346      | 52 208  | 53 070  | 53 932  | 54 793  | 55 655  | 56 516  | 17  | 51 830      | 52 638 | 53 446 | 54 254  | 55 062  | 55 870  | 56 677  | 51 830      | 52 638 | 53 446 | 54 254  | 55 062  | 55 870  | 56 677  |  |  |  |  |  |  |
| 56 516      | 57 378  | 58 239  | 59 100  | 59 960  | 60 821  | 61 682  | 18  | 56 677      | 57 485 | 58 292 | 59 099  | 59 906  | 60 713  | 61 520  | 56 677      | 57 485 | 58 292 | 59 099  | 59 906  | 60 713  | 61 520  |  |  |  |  |  |  |
| 61 682      | 62 542  | 63 402  | 64 262  | 65 122  | 65 981  | 66 841  | 19  | 61 520      | 62 326 | 63 133 | 63 939  | 64 745  | 65 551  | 66 357  | 61 520      | 62 326 | 63 133 | 63 939  | 64 745  | 65 551  | 66 357  |  |  |  |  |  |  |
| 1.01 66 841 | 67 700  | 68 559  | 69 418  | 70 277  | 71 136  | 71 995  | 20  | 1.04 66 357 | 67 163 | 67 968 | 68 774  | 69 579  | 70 384  | 71 189  | 1.04 66 357 | 67 163 | 67 968 | 68 774  | 69 579  | 70 384  | 71 189  |  |  |  |  |  |  |
| 71 995      | 72 853  | 73 711  | 74 569  | 75 427  | 76 285  | 77 142  | 21  | 71 189      | 71 994 | 72 799 | 73 604  | 74 408  | 75 212  | 76 017  | 71 189      | 71 994 | 72 799 | 73 604  | 74 408  | 75 212  | 76 017  |  |  |  |  |  |  |
| 77 142      | 78 000  | 78 857  | 79 714  | 80 571  | 81 428  | 82 285  | 22  | 76 017      | 76 821 | 77 625 | 78 428  | 79 232  | 80 036  | 80 839  | 76 017      | 76 821 | 77 625 | 78 428  | 79 232  | 80 036  | 80 839  |  |  |  |  |  |  |
| 82 285      | 83 141  | 83 997  | 84 854  | 85 710  | 86 565  | 87 421  | 23  | 80 839      | 81 642 | 82 445 | 83 248  | 84 051  | 84 854  | 85 656  | 80 839      | 81 642 | 82 445 | 83 248  | 84 051  | 84 854  | 85 656  |  |  |  |  |  |  |
| 87 421      | 88 277  | 89 132  | 89 987  | 90 842  | 91 697  | 92 552  | 24  | 85 656      | 86 459 | 87 261 | 88 063  | 88 865  | 89 667  | 90 469  | 85 656      | 86 459 | 87 261 | 88 063  | 88 865  | 89 667  | 90 469  |  |  |  |  |  |  |
| 1.01 92 552 | 93 406  | 94 261  | 95 115  | 95 969  | 96 823  | 97 677  | 25  | 1.04 90 469 | 91 270 | 92 072 | 92 873  | 93 674  | 94 475  | 95 276  | 1.04 90 469 | 91 270 | 92 072 | 92 873  | 93 674  | 94 475  | 95 276  |  |  |  |  |  |  |
| 97 677      | 98 531  | 99 384  | 100 237 | 101 091 | 101 944 | 102 796 | 26  | 95 276      | 96 077 | 96 877 | 97 678  | 98 478  | 99 278  | 100 079 | 95 276      | 96 077 | 96 877 | 97 678  | 98 478  | 99 278  | 100 079 |  |  |  |  |  |  |
| 1.02 02 796 | 03 649  | 04 502  | 05 354  | 06 206  | 07 058  | 07 910  | 27  | 1.05 00 079 | 00 879 | 01 678 | 02 478  | 03 277  | 04 077  | 04 876  | 1.05 00 079 | 00 879 | 01 678 | 02 478  | 03 277  | 04 077  | 04 876  |  |  |  |  |  |  |
| 07 910      | 08 762  | 09 614  | 10 465  | 11 316  | 12 167  | 13 018  | 28  | 04 876      | 05 675 | 06 474 | 07 273  | 08 072  | 08 870  | 09 669  | 04 876      | 05 675 | 06 474 | 07 273  | 08 072  | 08 870  | 09 669  |  |  |  |  |  |  |
| 13 018      | 13 869  | 14 720  | 15 570  | 16 421  | 17 271  | 18 121  | 29  | 09 669      | 10 467 | 11 265 | 12 063  | 12 861  | 13 659  | 14 457  | 09 669      | 10 467 | 11 265 | 12 063  | 12 861  | 13 659  | 14 457  |  |  |  |  |  |  |
| 1.02 18 121 | 18 971  | 19 821  | 20 670  | 21 519  | 22 369  | 23 218  | 30  | 1.05 14 457 | 15 254 | 16 051 | 16 848  | 17 645  | 18 443  | 19 239  | 1.05 14 457 | 15 254 | 16 051 | 16 848  | 17 645  | 18 443  | 19 239  |  |  |  |  |  |  |
| 23 218      | 24 067  | 24 916  | 25 764  | 26 613  | 27 461  | 28 309  | 31  | 19 239      | 20 036 | 20 833 | 21 629  | 22 425  | 23 221  | 24 017  | 19 239      | 20 036 | 20 833 | 21 629  | 22 425  | 23 221  | 24 017  |  |  |  |  |  |  |
| 28 309      | 29 157  | 30 005  | 30 853  | 31 700  | 32 548  | 33 395  | 32  | 24 017      | 24 813 | 25 609 | 26 405  | 27 200  | 27 995  | 28 790  | 24 017      | 24 813 | 25 609 | 26 405  | 27 200  | 27 995  | 28 790  |  |  |  |  |  |  |
| 33 395      | 34 242  | 35 089  | 35 936  | 36 782  | 37 629  | 38 475  | 33  | 28 790      | 29 585 | 30 380 | 31 175  | 31 970  | 32 764  | 33 559  | 28 790      | 29 585 | 30 380 | 31 175  | 31 970  | 32 764  | 33 559  |  |  |  |  |  |  |
| 38 475      | 39 321  | 40 167  | 41 013  | 41 859  | 42 704  | 43 550  | 34  | 33 559      | 34 353 | 35 147 | 35 941  | 36 735  | 37 528  | 38 322  | 33 559      | 34 353 | 35 147 | 35 941  | 36 735  | 37 528  | 38 322  |  |  |  |  |  |  |
| 1.02 43 550 | 44 395  | 45 240  | 46 085  | 46 930  | 47 774  | 48 619  | 35  | 1.05 38 322 | 39 115 | 39 909 | 40 702  | 41 495  | 42 288  | 43 081  | 1.05 38 322 | 39 115 | 39 909 | 40 702  | 41 495  | 42 288  | 43 081  |  |  |  |  |  |  |
| 48 619      | 49 463  | 50 307  | 51 151  | 51 995  | 52 839  | 53 682  | 36  | 43 081      | 43 873 | 44 666 | 45 458  | 46 250  | 47 042  | 47 834  | 43 081      | 43 873 | 44 666 | 45 458  | 46 250  | 47 042  | 47 834  |  |  |  |  |  |  |
| 53 682      | 54 526  | 55 369  | 56 212  | 57 055  | 57 898  | 58 740  | 37  | 47 834      | 48 626 | 49 418 | 50 209  | 51 001  | 51 792  | 52 583  | 47 834      | 48 626 | 49 418 | 50 209  | 51 001  | 51 792  | 52 583  |  |  |  |  |  |  |
| 58 740      | 59 583  | 60 425  | 61 267  | 62 109  | 62 951  | 63 793  | 38  | 52 583      | 53 374 | 54 165 | 54 956  | 55 746  | 56 537  | 57 327  | 52 583      | 53 374 | 54 165 | 54 956  | 55 746  | 56 537  | 57 327  |  |  |  |  |  |  |
| 63 793      | 64 634  | 65 476  | 66 317  | 67 158  | 67 999  | 68 840  | 39  | 57 327      | 58 118 | 58 908 | 59 698  | 60 487  | 61 277  | 62 066  | 57 327      | 58 118 | 58 908 | 59 698  | 60 487  | 61 277  | 62 066  |  |  |  |  |  |  |
| 1.02 68 840 | 69 680  | 70 521  | 71 361  | 72 201  | 73 041  | 73 881  | 40  | 1.05 62 067 | 62 856 | 63 645 | 64 434  | 65 223  | 66 012  | 66 801  | 1.05 62 067 | 62 856 | 63 645 | 64 434  | 65 223  | 66 012  | 66 801  |  |  |  |  |  |  |
| 73 881      | 74 721  | 75 561  | 76 400  | 77 239  | 78 078  | 78 917  | 41  | 66 801      | 67 590 | 68 378 | 69 167  | 70 006  | 70 845  | 71 684  | 66 801      | 67 590 | 68 378 | 69 167  | 70 006  | 70 845  | 71 684  |  |  |  |  |  |  |
| 78 917      | 79 756  | 80 595  | 81 433  | 82 272  | 83 110  | 83 948  | 42  | 71 531      | 72 319 | 73 106 | 73 894  | 74 681  | 75 469  | 76 256  | 71 531      | 72 319 | 73 106 | 73 894  | 74 681  | 75 469  | 76 256  |  |  |  |  |  |  |
| 83 948      | 84 786  | 85 624  | 86 461  | 87 299  | 88 136  | 88 973  | 43  | 76 256      | 77 043 | 77 830 | 78 616  | 79 403  | 80 190  | 80 976  | 76          |        |        |         |         |         |         |  |  |  |  |  |  |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        |     |             |        |        |        |        |        |        |  |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| 16°    |             |        |        |        |        |        |        | 17° |             |        |        |        |        |        |        |  |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |  |
| 0      | 1.06 55 861 | 56 634 | 57 408 | 58 182 | 58 955 | 59 728 | 60 502 | 0   | 1.09 26 538 | 27 269 | 28 000 | 28 730 | 29 460 | 30 191 | 30 921 |  |
| 1      | 60 502      | 61 275 | 62 048 | 62 820 | 63 593 | 64 366 | 65 138 | 1   | 30 921      | 31 651 | 32 381 | 33 111 | 33 841 | 34 570 | 35 300 |  |
| 2      | 65 138      | 65 910 | 66 682 | 67 454 | 68 226 | 68 998 | 69 770 | 2   | 35 300      | 36 029 | 36 758 | 37 487 | 38 217 | 38 945 | 39 674 |  |
| 3      | 69 770      | 70 541 | 71 313 | 72 084 | 72 855 | 73 626 | 74 397 | 3   | 39 674      | 40 403 | 41 132 | 41 860 | 42 589 | 43 317 | 44 045 |  |
| 4      | 74 397      | 75 168 | 75 938 | 76 709 | 77 479 | 78 249 | 79 020 | 4   | 44 045      | 44 773 | 45 501 | 46 229 | 46 957 | 47 684 | 48 412 |  |
| 5      | 1.06 79 020 | 79 790 | 80 559 | 81 329 | 82 099 | 82 868 | 83 638 | 5   | 1.09 48 412 | 49 139 | 49 866 | 50 593 | 51 321 | 52 047 | 52 774 |  |
| 6      | 83 638      | 84 407 | 85 176 | 85 945 | 86 714 | 87 483 | 88 251 | 6   | 52 774      | 53 501 | 54 228 | 54 954 | 55 680 | 56 407 | 57 133 |  |
| 7      | 88 251      | 89 020 | 89 788 | 90 556 | 91 325 | 92 092 | 92 860 | 7   | 57 133      | 57 859 | 58 585 | 59 311 | 60 036 | 60 762 | 61 488 |  |
| 8      | 92 860      | 93 628 | 94 396 | 95 163 | 95 931 | 96 698 | 97 465 | 8   | 61 488      | 62 213 | 62 938 | 63 663 | 64 388 | 65 113 | 65 838 |  |
| 9      | 97 465      | 98 232 | 98 999 | 99 766 | 00 532 | 01 299 | 02 065 | 9   | 65 838      | 66 563 | 67 288 | 68 012 | 68 737 | 69 461 | 70 185 |  |
| 10     | 1.07 02 065 | 02 831 | 03 597 | 04 363 | 05 129 | 05 895 | 06 661 | 10  | 1.09 70 185 | 70 909 | 71 633 | 72 357 | 73 081 | 73 804 | 74 528 |  |
| 11     | 06 661      | 07 426 | 08 191 | 08 957 | 09 722 | 10 487 | 11 252 | 11  | 74 528      | 75 251 | 75 974 | 76 698 | 77 421 | 78 144 | 78 867 |  |
| 12     | 11 252      | 12 016 | 12 781 | 13 546 | 14 310 | 15 074 | 15 838 | 12  | 78 867      | 79 589 | 80 312 | 81 034 | 81 757 | 82 479 | 83 201 |  |
| 13     | 15 838      | 16 602 | 17 366 | 18 130 | 18 894 | 19 657 | 20 421 | 13  | 83 201      | 83 923 | 84 645 | 85 367 | 86 089 | 86 811 | 87 532 |  |
| 14     | 20 421      | 21 184 | 21 947 | 22 710 | 23 473 | 24 236 | 24 998 | 14  | 87 532      | 88 254 | 88 975 | 89 696 | 90 417 | 91 138 | 91 859 |  |
| 15     | 1.07 24 998 | 25 761 | 26 523 | 27 285 | 28 048 | 28 810 | 29 572 | 15  | 1.09 91 859 | 92 580 | 93 301 | 94 021 | 94 742 | 95 462 | 96 182 |  |
| 16     | 29 572      | 30 333 | 31 095 | 31 857 | 32 618 | 33 379 | 34 140 | 16  | 96 182      | 96 902 | 97 622 | 98 342 | 99 062 | 99 782 | 00 501 |  |
| 17     | 34 140      | 34 902 | 35 662 | 36 423 | 37 184 | 37 944 | 38 705 | 17  | 1.10 00 501 | 01 221 | 01 940 | 02 659 | 03 379 | 04 098 | 04 817 |  |
| 18     | 38 705      | 39 465 | 40 225 | 40 985 | 41 745 | 42 505 | 43 265 | 18  | 04 817      | 05 535 | 06 254 | 06 973 | 07 691 | 08 410 | 09 128 |  |
| 19     | 43 265      | 44 025 | 44 784 | 45 543 | 46 303 | 47 062 | 47 821 | 19  | 09 128      | 09 846 | 10 564 | 11 282 | 12 000 | 12 718 | 13 435 |  |
| 20     | 1.07 47 821 | 48 579 | 49 338 | 50 097 | 50 855 | 51 614 | 52 372 | 20  | 1.10 13 435 | 14 153 | 14 870 | 15 588 | 16 305 | 17 022 | 17 739 |  |
| 21     | 52 372      | 53 130 | 53 888 | 54 646 | 55 404 | 56 161 | 56 919 | 21  | 17 739      | 18 456 | 19 172 | 19 889 | 20 606 | 21 322 | 22 038 |  |
| 22     | 56 919      | 57 676 | 58 433 | 59 190 | 59 947 | 60 704 | 61 461 | 22  | 22 038      | 22 755 | 23 471 | 24 187 | 24 903 | 25 619 | 26 334 |  |
| 23     | 61 461      | 62 218 | 62 974 | 63 731 | 64 487 | 65 243 | 65 999 | 23  | 26 334      | 27 050 | 27 765 | 28 481 | 29 196 | 29 911 | 30 626 |  |
| 24     | 65 999      | 66 755 | 67 511 | 68 267 | 69 022 | 69 778 | 70 533 | 24  | 30 626      | 31 341 | 32 056 | 32 771 | 33 485 | 34 200 | 34 914 |  |
| 25     | 1.07 70 533 | 71 288 | 72 043 | 72 798 | 73 553 | 74 308 | 75 062 | 25  | 1.10 34 914 | 35 628 | 36 343 | 37 057 | 37 771 | 38 485 | 39 198 |  |
| 26     | 75 062      | 75 817 | 76 571 | 77 325 | 78 080 | 78 834 | 79 587 | 26  | 39 198      | 39 912 | 40 626 | 41 339 | 42 052 | 42 766 | 43 479 |  |
| 27     | 79 587      | 80 341 | 81 095 | 81 848 | 82 602 | 83 355 | 84 108 | 27  | 43 479      | 44 192 | 44 905 | 45 617 | 46 330 | 47 043 | 47 755 |  |
| 28     | 84 108      | 84 861 | 85 614 | 86 367 | 87 120 | 87 872 | 88 625 | 28  | 47 755      | 48 468 | 49 180 | 49 892 | 50 604 | 51 316 | 52 028 |  |
| 29     | 88 625      | 89 377 | 90 129 | 90 881 | 91 633 | 92 385 | 93 137 | 29  | 52 028      | 52 740 | 53 451 | 54 163 | 54 874 | 55 586 | 56 297 |  |
| 30     | 1.07 93 137 | 93 888 | 94 640 | 95 391 | 96 142 | 96 893 | 97 644 | 30  | 1.10 56 297 | 57 008 | 57 719 | 58 430 | 59 141 | 59 851 | 60 562 |  |
| 31     | 97 644      | 98 395 | 99 146 | 99 897 | 00 647 | 01 398 | 02 148 | 31  | 60 562      | 61 272 | 61 983 | 62 693 | 63 403 | 64 113 | 64 823 |  |
| 32     | 1.08 02 148 | 02 898 | 03 648 | 04 398 | 05 148 | 05 898 | 06 647 | 32  | 64 823      | 65 533 | 66 243 | 66 952 | 67 662 | 68 371 | 69 081 |  |
| 33     | 06 647      | 07 397 | 08 146 | 08 895 | 09 644 | 10 393 | 11 142 | 33  | 69 081      | 69 790 | 70 499 | 71 208 | 71 917 | 72 626 | 73 334 |  |
| 34     | 11 142      | 11 891 | 12 639 | 13 388 | 14 136 | 14 885 | 15 633 | 34  | 73 334      | 74 043 | 74 751 | 75 460 | 76 168 | 76 876 | 77 584 |  |
| 35     | 1.08 15 633 | 16 381 | 17 129 | 17 877 | 18 624 | 19 372 | 20 119 | 35  | 1.10 77 584 | 78 292 | 79 000 | 79 708 | 80 416 | 81 123 | 81 830 |  |
| 36     | 20 119      | 20 867 | 21 614 | 22 361 | 23 108 | 23 855 | 24 601 | 36  | 81 830      | 82 538 | 83 245 | 83 952 | 84 659 | 85 366 | 86 073 |  |
| 37     | 24 601      | 25 348 | 26 094 | 26 841 | 27 587 | 28 333 | 29 079 | 37  | 86 073      | 86 780 | 87 486 | 88 193 | 88 899 | 89 605 | 90 311 |  |
| 38     | 29 079      | 29 825 | 30 571 | 31 317 | 32 062 | 32 808 | 33 553 | 38  | 90 311      | 91 018 | 91 723 | 92 429 | 93 135 | 93 841 | 94 546 |  |
| 39     | 33 553      | 34 298 | 35 043 | 35 788 | 36 533 | 37 278 | 38 022 | 39  | 94 546      | 95 252 | 95 957 | 96 662 | 97 367 | 98 073 | 98 777 |  |
| 40     | 1.08 38 022 | 38 767 | 39 511 | 40 256 | 41 000 | 41 744 | 42 488 | 40  | 1.10 98 777 | 99 482 | 00 187 | 00 892 | 01 596 | 02 301 | 03 005 |  |
| 41     | 42 488      | 43 232 | 43 975 | 44 719 | 45 462 | 46 206 | 46 949 | 41  | 1.11 03 005 | 03 709 | 04 413 | 05 117 | 05 821 | 06 525 | 07 228 |  |
| 42     | 46 949      | 47 692 | 48 435 | 49 178 | 49 920 | 50 663 | 51 406 | 42  | 07 228      | 07 932 | 08 636 | 09 339 | 10 042 | 10 745 | 11 448 |  |
| 43     | 51 406      | 52 148 | 52 890 | 53 632 | 54 375 | 55 116 | 55 858 | 43  | 11 448      | 12 151 | 12 854 | 13 557 | 14 260 | 14 962 | 15 665 |  |
| 44     | 55 858      | 56 600 | 57 342 | 58 083 | 58 824 | 59 566 | 60 307 | 44  | 15 665      | 16 367 | 17 069 | 17 771 | 18 473 | 19 175 | 19 877 |  |
| 45     | 1.08 60 307 | 61 048 | 61 789 | 62 529 | 63 270 | 64 011 | 64 751 | 45  | 1.11 19 877 | 20 579 | 21 281 | 21 982 | 22 683 | 23 385 | 24 086 |  |
| 46     | 64 751      | 65 491 | 66 232 | 66 972 | 67 712 | 68 451 | 69 191 | 46  | 24 086      | 24 787 | 25 488 | 26 189 | 26 890 | 27 591 | 28 291 |  |
| 47     | 69 191      | 69 931 | 70 670 | 71 410 | 72 149 | 72 888 | 73 627 | 47  | 28 291      | 28 992 | 29 692 | 30 392 | 31 092 | 31 793 | 32 493 |  |
| 48     | 73 627      | 74 366 | 75 105 | 75 844 | 76 582 | 77 321 | 78 059 | 48  | 32 493      | 33 192 | 33 892 | 34 592 | 35 291 | 35 991 | 36 690 |  |
| 49     | 78 059      | 78 797 | 79 535 | 80 273 | 81 011 | 81 749 | 82 487 | 49  | 36 690      | 37 390 | 38 089 | 38 788 | 39 487 | 40 186 | 40 884 |  |
| 50     | 1.08 82 487 | 83 224 | 83 962 | 84 699 | 85 436 | 86 173 | 86 910 | 50  | 1.11 40 884 | 41 583 | 42 282 | 42 980 | 43 678 | 44 377 | 45 075 |  |
| 51     | 86 910      | 87 647 | 88 384 | 89 121 | 89 857 | 90 594 | 91 330 | 51  | 45 075      | 45 773 | 46 471 | 47 169 | 47 866 | 48 564 | 49 262 |  |
| 52     | 91 330      | 92 066 | 92 802 | 93 538 | 94 274 | 95 010 | 95 745 | 52  | 49 262      | 49 959 | 50 656 | 51 354 | 52 051 | 52 748 | 53 445 |  |
| 53     | 95 745      | 96 481 | 97 216 | 97 951 | 98 686 | 99 421 | 00 156 | 53  | 53 445      | 54 142 | 54 838 | 55 535 | 56 231 | 56 928 | 57 624 |  |
| 54     | 1.09 00 156 | 00 891 | 01 626 | 02 361 | 03 095 | 03 829 | 04 564 | 54  | 57 624      | 58 320 | 59 017 | 59 713 | 60 408 | 61 104 | 61 800 |  |
| 55     | 1.09 04 564 | 05 298 | 06 032 | 06 766 | 07 499 | 08 233 | 08 967 | 55  | 1.11 61 800 | 62 496 | 63 191 | 63 887 | 64 582 | 65 277 | 65 972 |  |
| 56     | 08 967      | 09 700 | 10 433 | 11 167 | 11 900 | 12 633 | 13 366 | 56  | 65 972      | 66 667 | 67 362 | 68 057 | 68 752 | 69 446 | 70 141 |  |
| 57     | 13 366      | 14 098 | 14 831 | 15 564 | 16 296 | 17 028 | 17 761 | 57  | 70 141      | 70 835 | 71 530 | 72 224 | 72 918 | 73 612 | 74 306 |  |
| 58     | 17 761      | 18 493 | 19 225 | 19 956 | 20 688 | 21 420 | 22 151 | 58  | 74 306      | 75 000 | 75 693 | 76 387 | 77 080 | 77 774 | 78 467 |  |
| 59     | 22 151      | 22 883 | 23 614 | 24 345 | 25 076 | 25 807 | 26 538 | 59  | 78 467      | 79 160 | 79 853 | 80 546 | 81 239 | 81 932 | 82 625 |  |

|   | 774   | 771   | 768   | 764   | 761   | 757   | 754   | 751   | 747   | 744   | 740   | 737   | 734   | 730   | 727   | 724   | 721   | 717   | 714   | 710   | 707   | 703   | 699   | 696   | 693   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 77.4  | 77.1  | 76.8  | 76.4  | 76.1  | 75.7  | 75.4  | 75.1  | 74.7  | 74.4  | 74.0  | 73.7  | 73.4  | 73.0  | 72.7  | 72.4  | 72.1  | 71.7  | 71.4  | 71.0  | 70.7  | 70.3  | 69.9  | 69.6  | 69.3  | 1 |
| 2 | 154.8 | 154.2 | 153.6 | 152.8 | 152.2 | 151.4 | 150.8 | 150.2 | 149.4 | 148.8 | 148.0 | 147.4 | 146.8 | 146.0 | 145.4 | 144.8 | 144.2 | 143.4 | 142.8 | 142.0 | 141.4 | 140.6 | 139.8 | 139.2 | 138.6 | 2 |
| 3 | 232.2 | 231.3 | 230.4 | 229.2 | 228.3 | 227.1 | 226.2 | 225.3 | 224.1 | 223.2 | 222.0 | 221.1 | 220.2 | 219.0 | 218.1 | 217.2 | 216.3 | 215.1 | 214.2 | 213.0 | 212.1 | 210.9 | 209.7 | 208.8 | 207.9 | 3 |
| 4 | 309.6 | 308.4 | 307.2 | 305.6 | 304.4 | 302.8 | 301.6 | 300.4 | 298.8 | 297.6 | 296.0 | 294.8 | 293.6 | 292.0 | 290.8 | 289.6 | 288.4 | 286.8 | 285.6 | 284.0 | 282.8 | 281.2 | 279.6 | 278.4 | 277.2 | 4 |
| 5 | 387.0 | 385.5 | 384.0 | 382.0 | 380.5 | 378.5 | 377.0 | 375.5 | 373.5 | 372.0 | 370.0 | 368.5 | 367.0 | 365.0 | 363.5 | 362.0 | 360.5 | 358.5 | 357.0 | 355.0 | 353.5 | 351.5 | 349.5 | 348.0 | 346.5 | 5 |
| 6 | 464.4 | 462.6 | 460.8 | 458.4 | 456.6 | 454.2 | 452.0 | 449.6 | 448.2 | 446.4 | 444.2 | 442.0 | 440.4 | 438.0 | 436.2 | 434.4 | 432.0 | 429.4 | 428.4 | 426.0 | 424.2 | 421.8 | 419.4 | 417.6 | 415.8 | 6 |
| 7 | 541.8 | 539.7 | 537.6 | 534.8 | 532.9 | 529.9 | 527.8 | 525.7 | 522.9 | 520.8 | 518.0 | 515.9 | 513.8 | 511.0 | 508.9 | 506.8 | 504.7 | 501.9 | 499.8 | 497.0 | 494.0 | 492.1 | 489.3 | 487.2 | 485.1 | 7 |
| 8 | 619.2 | 616.8 | 614.4 | 611.2 | 608.6 | 605.6 | 603.2 | 600.8 | 597.6 | 595.2 | 592.0 | 589.6 | 587.2 | 584.0 | 581.6 | 579.2 | 576.8 | 573.8 | 571.2 | 568.0 | 565.6 | 562.4 | 559.2 | 556.8 | 554.4 | 8 |
| 9 | 696.6 | 693.9 | 691.2 | 687.6 | 684.9 | 681.3 | 678.6 | 675.9 | 672.3 | 669.6 | 666.0 | 663.3 | 660.6 | 657.0 | 654.3 | 651.6 | 648.0 | 645.3 | 642.6 | 639.0 | 636.3 | 632.9 | 629.6 | 626.4 | 623.9 | 9 |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        |     |             |        |        |        |        |        |        |  |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| 18°    |             |        |        |        |        |        |        | 19° |             |        |        |        |        |        |        |  |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |  |
| 0'     | 1.11 82 625 | 83 317 | 84 010 | 84 702 | 85 395 | 86 087 | 86 779 | 0'  | 1.14 25 752 | 26 411 | 27 069 | 27 728 | 28 386 | 29 044 | 29 703 |  |
| 1      | 86 779      | 87 471 | 88 163 | 88 855 | 89 547 | 90 238 | 90 930 | 1   | 29 703      | 30 361 | 31 019 | 31 677 | 32 335 | 32 992 | 33 650 |  |
| 2      | 90 930      | 91 621 | 92 312 | 93 004 | 93 695 | 94 386 | 95 077 | 2   | 33 650      | 34 308 | 34 965 | 35 622 | 36 280 | 36 937 | 37 594 |  |
| 3      | 95 077      | 95 767 | 96 458 | 97 149 | 97 839 | 98 530 | 99 220 | 3   | 37 594      | 38 251 | 38 908 | 39 565 | 40 222 | 40 878 | 41 535 |  |
| 4      | 99 220      | 99 910 | 00 600 | 01 290 | 01 980 | 02 670 | 03 360 | 4   | 41 535      | 42 191 | 42 848 | 43 504 | 44 160 | 44 817 | 45 473 |  |
| 5      | 1.12 03 360 | 04 050 | 04 739 | 05 429 | 06 118 | 06 807 | 07 496 | 5   | 1.14 45 473 | 46 129 | 46 785 | 47 440 | 48 096 | 48 752 | 49 407 |  |
| 6      | 07 496      | 08 185 | 08 874 | 09 563 | 10 252 | 10 940 | 11 629 | 6   | 49 407      | 50 063 | 50 718 | 51 373 | 52 028 | 52 684 | 53 339 |  |
| 7      | 11 629      | 12 317 | 13 006 | 13 694 | 14 382 | 15 070 | 15 758 | 7   | 53 339      | 53 993 | 54 648 | 55 303 | 55 958 | 56 612 | 57 267 |  |
| 8      | 15 758      | 16 446 | 17 134 | 17 821 | 18 509 | 19 196 | 19 884 | 8   | 57 267      | 57 921 | 58 575 | 59 230 | 59 884 | 60 538 | 61 192 |  |
| 9      | 19 884      | 20 571 | 21 258 | 21 945 | 22 632 | 23 319 | 24 006 | 9   | 61 192      | 61 846 | 62 499 | 63 153 | 63 807 | 64 460 | 65 114 |  |
| 10     | 1.12 24 006 | 24 693 | 25 379 | 26 066 | 26 752 | 27 438 | 28 125 | 10  | 1.14 65 114 | 65 767 | 66 420 | 67 073 | 67 726 | 68 379 | 69 032 |  |
| 11     | 28 125      | 28 811 | 29 497 | 30 183 | 30 868 | 31 554 | 32 240 | 11  | 69 032      | 69 685 | 70 338 | 70 990 | 71 643 | 72 295 | 72 948 |  |
| 12     | 32 240      | 32 925 | 33 611 | 34 296 | 34 981 | 35 666 | 36 351 | 12  | 72 948      | 73 600 | 74 252 | 74 904 | 75 556 | 76 208 | 76 860 |  |
| 13     | 36 351      | 37 036 | 37 721 | 38 406 | 39 090 | 39 775 | 40 459 | 13  | 76 860      | 77 512 | 78 164 | 78 815 | 79 467 | 80 118 | 80 770 |  |
| 14     | 40 459      | 41 144 | 41 828 | 42 512 | 43 196 | 43 880 | 44 564 | 14  | 80 770      | 81 421 | 82 072 | 82 723 | 83 374 | 84 025 | 84 676 |  |
| 15     | 1.12 44 564 | 45 248 | 45 931 | 46 615 | 47 298 | 47 982 | 48 665 | 15  | 1.14 84 676 | 85 326 | 85 977 | 86 628 | 87 278 | 87 928 | 88 579 |  |
| 16     | 48 665      | 49 348 | 50 031 | 50 714 | 51 397 | 52 080 | 52 763 | 16  | 88 579      | 89 229 | 89 879 | 90 529 | 91 179 | 91 829 | 92 479 |  |
| 17     | 52 763      | 53 445 | 54 128 | 54 810 | 55 492 | 56 175 | 56 857 | 17  | 92 479      | 93 128 | 93 778 | 94 427 | 95 077 | 95 726 | 96 375 |  |
| 18     | 56 857      | 57 539 | 58 221 | 58 902 | 59 584 | 60 266 | 60 947 | 18  | 96 375      | 97 025 | 97 674 | 98 323 | 98 971 | 99 620 | 00 269 |  |
| 19     | 60 947      | 61 629 | 62 310 | 62 991 | 63 672 | 64 353 | 65 034 | 19  | 1.15 00 269 | 00 918 | 01 566 | 02 215 | 02 863 | 03 511 | 04 160 |  |
| 20     | 1.12 65 034 | 65 715 | 66 396 | 67 077 | 67 757 | 68 438 | 69 118 | 20  | 1.15 04 160 | 04 808 | 05 456 | 06 104 | 06 752 | 07 399 | 08 047 |  |
| 21     | 69 118      | 69 798 | 70 479 | 71 159 | 71 839 | 72 519 | 73 198 | 21  | 08 047      | 08 695 | 09 342 | 09 990 | 10 637 | 11 284 | 11 931 |  |
| 22     | 73 198      | 73 878 | 74 558 | 75 237 | 75 917 | 76 596 | 77 275 | 22  | 11 931      | 12 579 | 13 226 | 13 872 | 14 519 | 15 166 | 15 813 |  |
| 23     | 77 275      | 77 954 | 78 633 | 79 312 | 79 991 | 80 670 | 81 349 | 23  | 15 813      | 16 459 | 17 106 | 17 752 | 18 399 | 19 045 | 19 691 |  |
| 24     | 81 349      | 82 027 | 82 706 | 83 384 | 84 062 | 84 740 | 85 419 | 24  | 19 691      | 20 337 | 20 983 | 21 629 | 22 275 | 22 920 | 23 566 |  |
| 25     | 1.12 85 419 | 86 097 | 86 774 | 87 452 | 88 130 | 88 808 | 89 485 | 25  | 1.15 23 566 | 24 212 | 24 857 | 25 503 | 26 148 | 26 793 | 27 438 |  |
| 26     | 89 485      | 90 162 | 90 840 | 91 517 | 92 194 | 92 871 | 93 548 | 26  | 27 438      | 28 083 | 28 728 | 29 373 | 30 018 | 30 663 | 31 307 |  |
| 27     | 93 548      | 94 225 | 94 902 | 95 578 | 96 255 | 96 931 | 97 608 | 27  | 31 307      | 31 952 | 32 596 | 33 241 | 33 885 | 34 529 | 35 173 |  |
| 28     | 97 608      | 98 284 | 98 960 | 99 636 | 00 312 | 00 988 | 01 664 | 28  | 35 173      | 35 817 | 36 461 | 37 105 | 37 749 | 38 392 | 39 036 |  |
| 29     | 1.13 01 664 | 02 340 | 03 015 | 03 691 | 04 366 | 05 042 | 05 717 | 29  | 39 036      | 39 680 | 40 323 | 40 966 | 41 610 | 42 253 | 42 896 |  |
| 30     | 1.13 05 717 | 06 392 | 07 067 | 07 742 | 08 417 | 09 092 | 09 767 | 30  | 1.15 42 896 | 43 539 | 44 182 | 44 825 | 45 467 | 46 110 | 46 753 |  |
| 31     | 09 766      | 10 441 | 11 115 | 11 790 | 12 464 | 13 138 | 13 812 | 31  | 46 753      | 47 395 | 48 038 | 48 680 | 49 322 | 49 964 | 50 606 |  |
| 32     | 13 812      | 14 486 | 15 160 | 15 834 | 16 508 | 17 182 | 17 855 | 32  | 50 606      | 51 248 | 51 890 | 52 532 | 53 174 | 53 816 | 54 457 |  |
| 33     | 17 855      | 18 529 | 19 202 | 19 875 | 20 548 | 21 222 | 21 894 | 33  | 54 457      | 55 099 | 55 740 | 56 381 | 57 023 | 57 664 | 58 305 |  |
| 34     | 21 894      | 22 567 | 23 240 | 23 913 | 24 586 | 25 258 | 25 930 | 34  | 58 305      | 58 946 | 59 587 | 60 228 | 60 868 | 61 509 | 62 150 |  |
| 35     | 1.13 25 930 | 26 603 | 27 275 | 27 947 | 28 619 | 29 291 | 29 963 | 35  | 1.15 62 150 | 62 790 | 63 430 | 64 071 | 64 711 | 65 351 | 65 991 |  |
| 36     | 29 963      | 30 635 | 31 306 | 31 978 | 32 650 | 33 321 | 33 992 | 36  | 65 991      | 66 631 | 67 271 | 67 911 | 68 551 | 69 190 | 69 830 |  |
| 37     | 33 992      | 34 663 | 35 335 | 36 006 | 36 677 | 37 347 | 38 018 | 37  | 69 830      | 70 469 | 71 109 | 71 748 | 72 387 | 73 027 | 73 666 |  |
| 38     | 38 018      | 38 689 | 39 359 | 40 030 | 40 700 | 41 370 | 42 041 | 38  | 73 666      | 74 305 | 74 943 | 75 582 | 76 221 | 76 860 | 77 498 |  |
| 39     | 42 041      | 42 711 | 43 381 | 44 051 | 44 721 | 45 390 | 46 060 | 39  | 77 498      | 78 137 | 78 775 | 79 413 | 80 052 | 80 690 | 81 328 |  |
| 40     | 1.13 46 060 | 46 729 | 47 399 | 48 068 | 48 738 | 49 407 | 50 076 | 40  | 1.15 81 328 | 81 966 | 82 604 | 83 242 | 83 879 | 84 517 | 85 155 |  |
| 41     | 50 076      | 50 745 | 51 414 | 52 082 | 52 751 | 53 420 | 54 088 | 41  | 85 155      | 85 792 | 86 430 | 87 067 | 87 704 | 88 341 | 88 978 |  |
| 42     | 54 088      | 54 757 | 55 425 | 56 093 | 56 761 | 57 430 | 58 098 | 42  | 88 978      | 89 615 | 90 252 | 90 889 | 91 526 | 92 162 | 92 799 |  |
| 43     | 58 098      | 58 765 | 59 433 | 60 101 | 60 768 | 61 436 | 62 103 | 43  | 92 799      | 93 436 | 94 072 | 94 708 | 95 345 | 95 981 | 96 617 |  |
| 44     | 62 103      | 62 771 | 63 439 | 64 105 | 64 772 | 65 439 | 66 106 | 44  | 96 617      | 97 253 | 97 889 | 98 525 | 99 160 | 99 796 | 00 432 |  |
| 45     | 1.13 66 106 | 66 773 | 67 439 | 68 106 | 68 773 | 69 439 | 70 105 | 45  | 1.16 00 432 | 01 067 | 01 703 | 02 338 | 02 973 | 03 608 | 04 243 |  |
| 46     | 70 105      | 70 772 | 71 438 | 72 104 | 72 770 | 73 436 | 74 101 | 46  | 04 243      | 04 878 | 05 513 | 06 148 | 06 783 | 07 418 | 08 052 |  |
| 47     | 74 101      | 74 767 | 75 433 | 76 098 | 76 763 | 77 429 | 78 094 | 47  | 08 052      | 08 687 | 09 321 | 09 956 | 10 590 | 11 224 | 11 858 |  |
| 48     | 78 094      | 78 759 | 79 424 | 80 089 | 80 754 | 81 419 | 82 083 | 48  | 11 858      | 12 492 | 13 126 | 13 760 | 14 394 | 15 028 | 15 661 |  |
| 49     | 82 083      | 82 748 | 83 413 | 84 077 | 84 741 | 85 405 | 86 070 | 49  | 15 661      | 16 295 | 16 928 | 17 562 | 18 195 | 18 828 | 19 461 |  |
| 50     | 1.13 86 070 | 86 734 | 87 398 | 88 061 | 88 725 | 89 389 | 90 052 | 50  | 1.16 19 461 | 20 094 | 20 727 | 21 360 | 21 993 | 22 626 | 23 258 |  |
| 51     | 90 052      | 90 716 | 91 379 | 92 041 | 92 704 | 93 366 | 94 028 | 51  | 23 258      | 23 891 | 24 523 | 25 156 | 25 788 | 26 420 | 27 052 |  |
| 52     | 94 028      | 94 695 | 95 358 | 96 021 | 96 683 | 97 346 | 98 008 | 52  | 27 052      | 27 684 | 28 316 | 28 948 | 29 580 | 30 212 | 30 844 |  |
| 53     | 98 008      | 98 671 | 99 333 | 99 995 | 00 658 | 01 320 | 01 982 | 53  | 30 844      | 31 475 | 32 107 | 32 738 | 33 370 | 34 001 | 34 632 |  |
| 54     | 1.14 01 982 | 02 643 | 03 305 | 03 967 | 04 628 | 05 290 | 05 951 | 54  | 34 632      | 35 263 | 35 894 | 36 525 | 37 156 | 37 787 | 38 417 |  |
| 55     | 1.14 05 951 | 06 613 | 07 274 | 07 935 | 08 596 | 09 257 | 09 918 | 55  | 1.16 38 417 | 39 048 | 39 678 | 40 309 | 40 939 | 41 570 | 42 200 |  |
| 56     | 09 918      | 10 579 | 11 239 | 11 900 | 12 561 | 13 221 | 13 881 | 56  | 42 200      | 42 830 | 43 460 | 44 090 | 44 720 | 45 350 | 45 979 |  |
| 57     | 13 881      | 14 542 | 15 202 | 15 862 | 16 522 | 17 182 | 17 842 | 57  | 45 979      | 46 609 | 47 239 | 47 868 | 48 498 | 49 127 | 49 756 |  |
| 58     | 17 842      | 18 501 | 19 161 | 19 820 | 20 480 | 21 139 | 21 798 | 58  | 49 756      | 50 385 | 51 014 | 51 643 | 52 272 | 52 901 | 53 530 |  |
| 59     | 21 798      | 22 458 | 23 117 | 23 776 | 24 435 | 25 093 | 25 752 | 59  | 53 530      | 54 159 | 54 787 | 55 416 | 56 044 | 56 672 | 57 301 |  |

|   | 693   | 690   | 687   | 685   | 682   | 679   | 677   | 674   | 671   | 668   | 666   | 663   | 661   | 658   | 655   | 653   | 651   | 648   | 645   | 642   | 639   | 637   | 634   | 631   | 628   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 69.3  | 69.0  | 68.7  | 68.5  | 68.2  | 67.9  | 67.7  | 67.4  | 67.1  | 66.8  | 66.6  | 66.3  | 66.1  | 65.8  | 65.5  | 65.3  | 65.1  | 64.8  | 64.5  | 64.2  | 63.9  | 63.7  | 63.4  | 63.1  | 62.8  | 1 |
| 2 | 138.6 | 138.0 | 137.4 | 137.0 | 136.4 | 135.8 | 135.4 | 134.8 | 134.2 | 133.6 | 133.2 | 132.6 | 132.2 | 131.6 | 131.0 | 130.6 | 130.2 | 129.6 | 129.0 | 128.4 | 127.8 | 127.4 | 126.8 | 126.2 | 125.6 | 2 |
| 3 | 207.9 | 207.0 | 206.1 | 205.5 | 204.6 | 203.7 | 203.1 | 202.2 | 201.3 | 200.4 | 199.8 | 198.9 | 198.3 | 197.4 | 196.5 | 195.9 | 195.3 | 194.4 | 193.5 | 192.6 | 191.7 | 191.1 | 190.2 | 189.3 | 188.4 | 3 |
| 4 | 277.2 | 276.0 | 274.8 | 274.0 | 272.8 | 271.6 | 270.8 | 269.6 | 268.4 | 267.2 | 266.4 | 265.6 | 264.4 | 263.2 | 262.0 | 261.2 | 260.4 | 259.2 | 258.0 | 256.8 | 255.6 | 254.8 | 253.6 | 252.4 | 251.2 | 4 |
| 5 | 346.5 | 345.0 | 343.5 | 342.5 | 341.4 | 339.5 | 338.5 | 337.0 | 335.5 | 334.0 | 333.0 | 331.5 | 330.5 | 329.0 | 327.5 | 326.5 | 325.5 | 324.0 | 322.5 | 321.0 | 319.5 | 318.5 | 317.0 | 315.5 | 314.0 | 5 |
| 6 | 415.8 | 414.0 | 412.2 | 411.0 | 409.3 | 407.4 | 406.2 | 404.4 | 402.6 | 400.8 | 399.6 | 398.3 | 397.0 | 395.6 | 394.0 | 392.3 | 390.6 | 388.8 | 387.0 | 385.2 | 383.4 | 381.6 | 379.8 | 378.0 | 376.6 | 6 |
| 7 | 485.1 | 483.0 | 480.9 | 479.5 | 477.4 | 475.3 | 473.9 | 471.8 | 469.7 | 467.6 | 466.2 | 464.1 | 462.7 | 460.6 | 458.5 | 457.1 | 455.7 | 453.6 | 451.5 | 449.4 | 447.3 | 445.0 | 443.8 | 441.7 | 439.6 | 7 |
| 8 | 554.4 | 552.0 | 549.6 | 548.0 | 545.6 | 543.2 | 541.6 | 539.2 | 536.8 | 534.4 | 532.0 | 530.4 | 528.8 | 526.4 | 524.0 | 521.5 | 519.8 | 518.4 | 516.0 | 513.6 | 511.2 | 509.6 | 507.2 | 504.8 | 502.4 | 8 |
| 9 | 623.7 | 621.0 | 618.3 | 616.5 | 613.8 | 611.1 | 609.3 | 606.6 | 603.9 | 601.2 | 599.4 | 597.6 | 594.9 | 592.2 | 589.5 | 587.7 | 585.9 | 583.2 | 580.5 | 577.8 | 575.1 | 573.3 | 570.6 | 567.9 | 565.2 | 9 |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        |     |             |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 20°    |             |        |        |        |        |        |        | 21° |             |        |        |        |        |        |        |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0      | 1.16 57 301 | 57 929 | 58 557 | 59 185 | 59 813 | 60 441 | 61 069 | 0   | 1.18 78 450 | 79 051 | 79 651 | 80 252 | 80 853 | 81 453 | 82 053 |
| 1      | 61 069      | 61 696 | 62 324 | 62 952 | 63 579 | 64 207 | 64 834 | 1   | 82 053      | 82 654 | 83 254 | 83 854 | 84 454 | 85 055 | 85 655 |
| 2      | 64 834      | 65 461 | 66 088 | 66 715 | 67 342 | 67 969 | 68 596 | 2   | 85 655      | 86 254 | 86 854 | 87 454 | 88 054 | 88 653 | 89 253 |
| 3      | 68 596      | 69 223 | 69 850 | 70 476 | 71 103 | 71 729 | 72 356 | 3   | 89 253      | 89 853 | 90 452 | 91 051 | 91 651 | 92 250 | 92 849 |
| 4      | 72 356      | 72 983 | 73 608 | 74 234 | 74 860 | 75 486 | 76 112 | 4   | 92 849      | 93 448 | 94 047 | 94 646 | 95 245 | 95 844 | 96 442 |
| 5      | 1.16 76 112 | 76 738 | 77 364 | 77 989 | 78 615 | 79 240 | 79 866 | 5   | 1.18 96 442 | 97 041 | 97 639 | 98 238 | 98 836 | 99 435 | 00 033 |
| 6      | 79 866      | 80 491 | 81 116 | 81 741 | 82 367 | 82 992 | 83 617 | 6   | 1.19 00 033 | 00 631 | 01 229 | 01 827 | 02 425 | 03 023 | 03 621 |
| 7      | 83 617      | 84 241 | 84 866 | 85 491 | 86 115 | 86 740 | 87 364 | 7   | 03 621      | 04 219 | 04 817 | 05 414 | 06 012 | 06 609 | 07 207 |
| 8      | 87 364      | 87 989 | 88 613 | 89 237 | 89 862 | 90 486 | 91 110 | 8   | 07 207      | 07 804 | 08 401 | 08 999 | 09 596 | 10 193 | 10 790 |
| 9      | 91 110      | 91 734 | 92 357 | 92 981 | 93 605 | 94 228 | 94 852 | 9   | 10 790      | 11 387 | 11 984 | 12 580 | 13 177 | 13 774 | 14 370 |
| 10     | 1.16 94 852 | 95 475 | 96 099 | 96 722 | 97 345 | 97 968 | 98 591 | 10  | 1.19 14 370 | 14 967 | 15 563 | 16 159 | 16 756 | 17 352 | 17 948 |
| 11     | 98 591      | 99 214 | 99 837 | 00 460 | 01 083 | 01 705 | 02 328 | 11  | 17 948      | 18 544 | 19 140 | 19 736 | 20 332 | 20 928 | 21 523 |
| 12     | 1.17 02 328 | 02 950 | 03 573 | 04 195 | 04 817 | 05 440 | 06 062 | 12  | 21 523      | 22 119 | 22 715 | 23 310 | 23 906 | 24 501 | 25 096 |
| 13     | 06 062      | 06 684 | 07 306 | 07 928 | 08 549 | 09 171 | 09 793 | 13  | 25 096      | 25 691 | 26 287 | 26 882 | 27 477 | 28 072 | 28 666 |
| 14     | 09 793      | 10 414 | 11 036 | 11 657 | 12 278 | 12 900 | 13 521 | 14  | 28 666      | 29 261 | 29 856 | 30 451 | 31 045 | 31 640 | 32 234 |
| 15     | 1.17 13 521 | 14 142 | 14 763 | 15 384 | 16 005 | 16 625 | 17 246 | 15  | 1.19 32 234 | 32 829 | 33 423 | 34 017 | 34 611 | 35 205 | 35 799 |
| 16     | 17 246      | 17 867 | 18 487 | 19 108 | 19 728 | 20 348 | 20 969 | 16  | 35 799      | 36 393 | 36 987 | 37 581 | 38 175 | 38 768 | 39 362 |
| 17     | 20 969      | 21 589 | 22 209 | 22 829 | 23 449 | 24 069 | 24 688 | 17  | 39 362      | 39 955 | 40 549 | 41 142 | 41 736 | 42 329 | 42 922 |
| 18     | 24 688      | 25 308 | 25 928 | 26 547 | 27 167 | 27 786 | 28 405 | 18  | 42 922      | 43 515 | 44 108 | 44 701 | 45 294 | 45 887 | 46 480 |
| 19     | 28 405      | 29 025 | 29 644 | 30 263 | 30 882 | 31 501 | 32 119 | 19  | 46 480      | 47 072 | 47 665 | 48 257 | 48 850 | 49 442 | 50 035 |
| 20     | 1.17 32 119 | 32 738 | 33 357 | 33 975 | 34 594 | 35 212 | 35 831 | 20  | 1.19 50 035 | 50 627 | 51 219 | 51 811 | 52 403 | 52 995 | 53 587 |
| 21     | 35 831      | 36 449 | 37 067 | 37 685 | 38 303 | 38 921 | 39 539 | 21  | 53 587      | 54 179 | 54 771 | 55 362 | 55 954 | 56 546 | 57 137 |
| 22     | 39 539      | 40 157 | 40 775 | 41 393 | 42 010 | 42 628 | 43 245 | 22  | 57 137      | 57 729 | 58 320 | 58 911 | 59 502 | 60 094 | 60 685 |
| 23     | 43 245      | 43 862 | 44 480 | 45 097 | 45 714 | 46 331 | 46 948 | 23  | 60 685      | 61 276 | 61 867 | 62 457 | 63 048 | 63 639 | 64 230 |
| 24     | 46 948      | 47 565 | 48 182 | 48 799 | 49 415 | 50 032 | 50 648 | 24  | 64 230      | 64 820 | 65 411 | 66 001 | 66 592 | 67 182 | 67 772 |
| 25     | 1.17 50 648 | 51 265 | 51 881 | 52 497 | 53 114 | 53 730 | 54 346 | 25  | 1.19 67 772 | 68 362 | 68 952 | 69 542 | 70 132 | 70 722 | 71 312 |
| 26     | 54 346      | 54 962 | 55 578 | 56 194 | 56 809 | 57 425 | 58 041 | 26  | 71 312      | 71 902 | 72 492 | 73 081 | 73 671 | 74 260 | 74 850 |
| 27     | 58 041      | 58 656 | 59 272 | 59 887 | 60 502 | 61 117 | 61 733 | 27  | 74 850      | 75 439 | 76 028 | 76 617 | 77 207 | 77 796 | 78 385 |
| 28     | 61 733      | 62 348 | 62 963 | 63 578 | 64 192 | 64 807 | 65 422 | 28  | 78 385      | 78 974 | 79 562 | 80 151 | 80 740 | 81 329 | 81 917 |
| 29     | 65 422      | 66 036 | 66 651 | 67 265 | 67 880 | 68 494 | 69 108 | 29  | 81 917      | 82 506 | 83 094 | 83 682 | 84 271 | 84 859 | 85 447 |
| 30     | 1.17 69 108 | 69 722 | 70 337 | 70 951 | 71 564 | 72 178 | 72 792 | 30  | 1.19 85 447 | 86 035 | 86 623 | 87 211 | 87 799 | 88 387 | 88 975 |
| 31     | 72 792      | 73 406 | 74 019 | 74 633 | 75 246 | 75 860 | 76 473 | 31  | 88 975      | 89 562 | 90 150 | 90 738 | 91 325 | 91 912 | 92 500 |
| 32     | 76 473      | 77 086 | 77 699 | 78 313 | 78 926 | 79 538 | 80 151 | 32  | 92 500      | 93 087 | 93 674 | 94 261 | 94 848 | 95 435 | 96 022 |
| 33     | 80 151      | 80 764 | 81 377 | 81 989 | 82 602 | 83 214 | 83 827 | 33  | 96 022      | 96 609 | 97 196 | 97 783 | 98 369 | 98 956 | 99 543 |
| 34     | 83 827      | 84 439 | 85 051 | 85 664 | 86 276 | 86 888 | 87 500 | 34  | 99 543      | 00 129 | 00 715 | 01 302 | 01 888 | 02 474 | 03 060 |
| 35     | 1.17 87 500 | 88 112 | 88 723 | 89 335 | 89 947 | 90 558 | 91 170 | 35  | 1.20 03 060 | 03 646 | 04 232 | 04 818 | 05 404 | 05 990 | 06 576 |
| 36     | 91 170      | 91 781 | 92 393 | 93 004 | 93 615 | 94 226 | 94 837 | 36  | 06 576      | 07 161 | 07 747 | 08 332 | 08 918 | 09 503 | 10 088 |
| 37     | 94 837      | 95 448 | 96 059 | 96 670 | 97 281 | 97 891 | 98 502 | 37  | 10 088      | 10 674 | 11 259 | 11 844 | 12 429 | 13 014 | 13 599 |
| 38     | 98 502      | 99 112 | 99 723 | 00 333 | 00 944 | 01 554 | 02 164 | 38  | 13 599      | 14 183 | 14 768 | 15 353 | 15 937 | 16 522 | 17 106 |
| 39     | 1.18 02 164 | 02 774 | 03 384 | 03 994 | 04 604 | 05 214 | 05 823 | 39  | 17 106      | 17 691 | 18 275 | 18 860 | 19 444 | 20 028 | 20 612 |
| 40     | 1.18 05 823 | 06 433 | 07 042 | 07 652 | 08 261 | 08 871 | 09 480 | 40  | 1.20 20 612 | 21 196 | 21 780 | 22 364 | 22 948 | 23 531 | 24 115 |
| 41     | 09 480      | 10 089 | 10 698 | 11 307 | 11 916 | 12 525 | 13 134 | 41  | 24 115      | 24 699 | 25 282 | 25 866 | 26 449 | 27 032 | 27 616 |
| 42     | 13 134      | 13 743 | 14 351 | 14 960 | 15 568 | 16 177 | 16 785 | 42  | 27 616      | 28 199 | 28 782 | 29 365 | 29 948 | 30 531 | 31 114 |
| 43     | 16 785      | 17 393 | 18 002 | 18 610 | 19 218 | 19 826 | 20 434 | 43  | 31 114      | 31 696 | 32 279 | 32 862 | 33 444 | 34 027 | 34 609 |
| 44     | 20 434      | 21 041 | 21 649 | 22 257 | 22 864 | 23 472 | 24 079 | 44  | 34 609      | 35 192 | 35 774 | 36 356 | 36 939 | 37 521 | 38 103 |
| 45     | 1.18 24 079 | 24 687 | 25 294 | 25 901 | 26 509 | 27 116 | 27 723 | 45  | 1.20 38 103 | 38 685 | 39 267 | 39 848 | 40 430 | 41 012 | 41 594 |
| 46     | 27 723      | 28 330 | 28 936 | 29 543 | 30 150 | 30 757 | 31 363 | 46  | 41 594      | 42 175 | 42 757 | 43 338 | 43 919 | 44 501 | 45 082 |
| 47     | 31 363      | 31 970 | 32 576 | 33 182 | 33 789 | 34 395 | 35 001 | 47  | 45 082      | 45 663 | 46 244 | 46 825 | 47 406 | 47 987 | 48 568 |
| 48     | 35 001      | 35 607 | 36 213 | 36 819 | 37 425 | 38 031 | 38 636 | 48  | 48 568      | 49 149 | 49 730 | 50 310 | 50 891 | 51 471 | 52 052 |
| 49     | 38 636      | 39 242 | 39 847 | 40 453 | 41 058 | 41 664 | 42 269 | 49  | 52 052      | 52 632 | 53 212 | 53 793 | 54 373 | 54 953 | 55 533 |
| 50     | 1.18 42 269 | 42 874 | 43 479 | 44 084 | 44 689 | 45 294 | 45 899 | 50  | 1.20 55 533 | 56 113 | 56 693 | 57 273 | 57 852 | 58 432 | 59 012 |
| 51     | 45 899      | 46 504 | 47 108 | 47 713 | 48 317 | 48 922 | 49 526 | 51  | 59 012      | 59 591 | 60 171 | 60 750 | 61 330 | 61 909 | 62 488 |
| 52     | 49 526      | 50 130 | 50 735 | 51 339 | 51 943 | 52 547 | 53 151 | 52  | 62 488      | 63 067 | 63 647 | 64 226 | 64 805 | 65 383 | 65 962 |
| 53     | 53 151      | 53 755 | 54 358 | 54 962 | 55 566 | 56 169 | 56 773 | 53  | 65 962      | 66 541 | 67 120 | 67 698 | 68 277 | 68 856 | 69 434 |
| 54     | 56 773      | 57 376 | 57 980 | 58 583 | 59 186 | 59 789 | 60 392 | 54  | 69 434      | 70 012 | 70 591 | 71 169 | 71 747 | 72 325 | 72 903 |
| 55     | 1.18 60 392 | 60 995 | 61 598 | 62 201 | 62 804 | 63 406 | 64 009 | 55  | 1.20 72 903 | 73 481 | 74 059 | 74 637 | 75 215 | 75 793 | 76 370 |
| 56     | 64 009      | 64 611 | 65 214 | 65 816 | 66 419 | 67 021 | 67 623 | 56  | 76 370      | 76 948 | 77 525 | 78 103 | 78 680 | 79 258 | 79 835 |
| 57     | 67 623      | 68 225 | 68 827 | 69 429 | 70 031 | 70 633 | 71 235 | 57  | 79 835      | 80 412 | 80 989 | 81 566 | 82 143 | 82 720 | 83 297 |
| 58     | 71 235      | 71 836 | 72 438 | 73 039 | 73 641 | 74 242 | 74 843 | 58  | 83 297      | 83 874 | 84 450 | 85 027 | 85 604 | 86 180 | 86 757 |
| 59     | 74 843      | 75 445 | 76 046 | 76 647 | 77 248 | 77 849 | 78 450 | 59  | 86 757      | 87 333 | 87 909 | 88 486 | 89 062 | 89 638 | 90 214 |

|   | 628   | 626   | 624   | 622   | 620   | 618   | 616   | 613   | 611   | 609   | 607   | 605   | 602   | 600   | 598   | 596   | 594   | 592   | 589   | 587   | 585   | 582   | 580   | 578   | 576   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 62.8  | 62.6  | 62.4  | 62.2  | 62.0  | 61.8  | 61.6  | 61.3  | 61.1  | 60.9  | 60.7  | 60.5  | 60.2  | 60.0  | 59.8  | 59.6  | 59.4  | 59.2  | 58.9  | 58.7  | 58.5  | 58.2  | 58.0  | 57.8  | 57.6  | 1 |
| 2 | 125.6 | 125.2 | 124.8 | 124.4 | 124.0 | 123.6 | 123.2 | 122.6 | 122.2 | 121.8 | 121.4 | 121.0 | 120.4 | 120.0 | 119.6 | 119.2 | 118.8 | 118.4 | 117.8 | 117.4 | 117.0 | 116.4 | 116.0 | 115.6 | 115.2 | 2 |
| 3 | 188.4 | 187.8 | 187.2 | 186.6 | 186.0 | 185.4 | 184.8 | 183.9 | 183.3 | 182.7 | 182.1 | 181.5 | 180.6 | 180.0 | 179.4 | 178.8 | 178.2 | 177.6 | 176.7 | 176.1 | 175.5 | 174.6 | 174.0 | 173.4 | 172.8 | 3 |
| 4 | 251.2 | 250.4 | 249.6 | 248.8 | 248.0 | 247.2 | 246.4 | 245.2 | 244.4 | 243.6 | 242.8 | 242.0 | 240.8 | 240.0 | 239.2 | 238.4 | 237.6 | 236.8 | 235.6 | 234.8 | 234.0 | 233.2 | 232.4 | 231.6 | 230.8 | 4 |
| 5 | 314.0 | 313.0 | 312.0 | 311.0 | 310.0 | 309.0 | 308.0 | 306.5 | 305.5 | 304.5 | 303.5 | 302.5 | 301.0 | 300.0 | 299.0 | 298.0 | 297.0 | 296.0 | 294.5 | 293.5 | 292.5 | 291.0 | 290.0 | 289.0 | 288.0 | 5 |
| 6 | 376.8 | 375.6 | 374.4 | 373.2 | 372.0 | 370.8 | 369.6 | 368.2 | 366.6 | 365.4 | 364.2 | 363.0 | 361.2 | 360.0 | 358.8 | 357.6 | 356.4 | 355.2 | 353.4 | 352.3 | 351.1 | 349.8 | 348.6 | 347.4 | 346.6 | 6 |
| 7 | 439.6 | 438.2 | 436.8 | 435.4 | 434.0 | 432.6 | 431.2 | 429.1 | 427.7 | 426.3 | 424.9 | 423.5 | 421.4 | 418.6 | 417.2 | 415.8 | 414.4 | 412.3 | 410.9 | 409.5 | 407.4 | 406.0 | 404.6 | 403.2 | 401.8 | 7 |
| 8 | 502.4 | 500.8 | 499.2 | 497.6 | 496.0 | 494.4 | 492.8 | 490.4 | 488.8 | 487.2 | 485.6 | 484.0 | 481.6 | 480.0 | 478.4 | 476.8 | 475.2 | 473.6 | 471.2 | 469.6 | 468.0 | 465.6 | 464.0 | 462.4 | 460.8 | 8 |
| 9 | 565.2 | 563.8 | 562.4 | 560.8 | 559.2 | 557.6 | 556.0 | 554.4 | 551.7 | 549.9 | 548.1 | 546.3 | 544.5 | 541.8 | 540.0 | 538.2 | 536.4 | 534.6 | 533.8 | 530.1 | 528.3 | 526.5 | 524.7 | 520.2 | 518.4 | 9 |

## Tafel IV.

| log M.      |         |         |         |         |         |         |     |             |        |        |         |         |         |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 22°         |         |         |         |         |         |         | 23° |             |        |        |         |         |         |         |
| 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |     | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 1.20 90 214 | 90 790  | 91 366  | 91 942  | 92 518  | 93 094  | 93 669  | 0'  | 1.22 93 474 | 94 028 | 94 581 | 95 135  | 95 688  | 96 241  | 96 794  |
| 93 669      | 94 245  | 94 820  | 95 396  | 95 971  | 96 547  | 97 122  | 1   | 96 794      | 97 348 | 97 901 | 98 454  | 99 007  | 99 560  | 100 112 |
| 97 122      | 97 697  | 98 272  | 98 847  | 99 422  | 99 997  | 100 572 | 2   | 1.23 00 112 | 00 665 | 01 218 | 01 771  | 02 323  | 02 876  | 03 428  |
| 1.21 00 572 | 01 147  | 01 722  | 02 297  | 02 871  | 03 446  | 04 020  | 3   | 03 428      | 03 981 | 04 533 | 05 085  | 05 638  | 06 190  | 06 742  |
| 04 020      | 04 595  | 05 169  | 05 744  | 06 318  | 06 892  | 07 466  | 4   | 06 742      | 07 294 | 07 846 | 08 398  | 08 950  | 09 502  | 10 053  |
| 1.21 07 466 | 08 040  | 08 614  | 09 188  | 09 762  | 10 336  | 10 909  | 5   | 1.23 10 053 | 10 605 | 11 157 | 11 708  | 12 260  | 12 812  | 13 363  |
| 10 909      | 11 483  | 12 057  | 12 630  | 13 204  | 13 777  | 14 350  | 6   | 13 363      | 13 914 | 14 466 | 15 017  | 15 568  | 16 119  | 16 670  |
| 14 350      | 14 924  | 15 497  | 16 070  | 16 643  | 17 216  | 17 789  | 7   | 16 670      | 17 221 | 17 772 | 18 323  | 18 874  | 19 425  | 19 975  |
| 17 789      | 18 362  | 18 935  | 19 508  | 20 080  | 20 653  | 21 225  | 8   | 19 975      | 20 526 | 21 077 | 21 627  | 22 178  | 22 728  | 23 279  |
| 21 225      | 21 798  | 22 370  | 22 943  | 23 515  | 24 087  | 24 659  | 9   | 23 279      | 23 829 | 24 379 | 24 929  | 25 479  | 26 029  | 26 580  |
| 1.21 24 659 | 25 232  | 25 804  | 26 376  | 26 947  | 27 519  | 28 091  | 10  | 1.23 26 580 | 27 129 | 27 679 | 28 229  | 28 779  | 29 329  | 29 878  |
| 28 091      | 28 663  | 29 234  | 29 806  | 30 378  | 30 949  | 31 520  | 11  | 29 878      | 30 428 | 30 977 | 31 527  | 32 076  | 32 626  | 33 175  |
| 31 520      | 32 092  | 32 663  | 33 234  | 33 805  | 34 377  | 34 948  | 12  | 33 175      | 33 724 | 34 274 | 34 823  | 35 372  | 35 921  | 36 470  |
| 34 948      | 35 518  | 36 089  | 36 660  | 37 231  | 37 802  | 38 372  | 13  | 36 470      | 37 019 | 37 567 | 38 116  | 38 665  | 39 214  | 39 762  |
| 38 372      | 38 943  | 39 513  | 40 084  | 40 654  | 41 224  | 41 795  | 14  | 39 762      | 40 311 | 40 859 | 41 408  | 41 956  | 42 504  | 43 053  |
| 1.21 41 795 | 42 365  | 42 935  | 43 505  | 44 075  | 44 645  | 45 215  | 15  | 1.23 43 053 | 43 601 | 44 149 | 44 697  | 45 245  | 45 793  | 46 341  |
| 45 215      | 45 785  | 46 354  | 46 924  | 47 494  | 48 063  | 48 633  | 16  | 46 341      | 46 889 | 47 437 | 47 984  | 48 532  | 49 080  | 49 627  |
| 48 633      | 49 202  | 49 771  | 50 341  | 50 910  | 51 479  | 52 048  | 17  | 49 627      | 50 175 | 50 722 | 51 270  | 51 817  | 52 364  | 52 911  |
| 52 048      | 52 617  | 53 186  | 53 755  | 54 324  | 54 893  | 55 461  | 18  | 52 911      | 53 459 | 54 006 | 54 553  | 55 100  | 55 647  | 56 193  |
| 55 461      | 56 030  | 56 599  | 57 167  | 57 736  | 58 304  | 58 872  | 19  | 56 193      | 56 740 | 57 287 | 57 834  | 58 380  | 58 927  | 59 473  |
| 1.21 58 872 | 59 441  | 60 009  | 60 577  | 61 145  | 61 713  | 62 281  | 20  | 1.23 59 473 | 60 020 | 60 566 | 61 113  | 61 659  | 62 205  | 62 751  |
| 62 281      | 62 849  | 63 417  | 63 985  | 64 552  | 65 120  | 65 687  | 21  | 62 751      | 63 297 | 63 843 | 64 389  | 64 935  | 65 481  | 66 027  |
| 65 687      | 66 255  | 66 822  | 67 390  | 67 957  | 68 524  | 69 092  | 22  | 66 027      | 66 573 | 67 119 | 67 664  | 68 210  | 68 755  | 69 301  |
| 69 092      | 69 659  | 70 226  | 70 793  | 71 360  | 71 927  | 72 493  | 23  | 69 301      | 69 846 | 70 392 | 70 937  | 71 482  | 72 027  | 72 572  |
| 72 493      | 73 060  | 73 627  | 74 193  | 74 760  | 75 327  | 75 893  | 24  | 72 572      | 73 118 | 73 663 | 74 208  | 74 752  | 75 297  | 75 842  |
| 1.21 75 893 | 76 459  | 77 026  | 77 592  | 78 158  | 78 724  | 79 290  | 25  | 1.23 75 842 | 76 387 | 76 931 | 77 476  | 78 021  | 78 565  | 79 110  |
| 79 290      | 79 856  | 80 422  | 80 988  | 81 554  | 82 120  | 82 685  | 26  | 79 110      | 79 654 | 80 198 | 80 743  | 81 287  | 81 831  | 82 375  |
| 82 685      | 83 251  | 83 816  | 84 382  | 84 947  | 85 513  | 86 078  | 27  | 82 375      | 82 919 | 83 463 | 84 007  | 84 551  | 85 095  | 85 638  |
| 86 078      | 86 643  | 87 208  | 87 774  | 88 339  | 88 904  | 89 469  | 28  | 85 638      | 86 182 | 86 726 | 87 269  | 87 813  | 88 356  | 88 900  |
| 89 469      | 90 033  | 90 598  | 91 163  | 91 728  | 92 292  | 92 857  | 29  | 88 900      | 89 443 | 89 986 | 90 529  | 91 073  | 91 616  | 92 159  |
| 1.21 92 857 | 93 421  | 93 986  | 94 550  | 95 114  | 95 679  | 96 243  | 30  | 1.23 92 159 | 92 702 | 93 245 | 93 788  | 94 331  | 94 874  | 95 416  |
| 96 243      | 96 807  | 97 371  | 97 935  | 98 499  | 99 063  | 99 627  | 31  | 95 416      | 95 959 | 96 502 | 97 044  | 97 587  | 98 129  | 98 672  |
| 99 627      | 100 190 | 100 754 | 101 318 | 101 881 | 102 445 | 103 008 | 32  | 98 672      | 99 214 | 99 756 | 100 298 | 100 841 | 101 383 | 101 925 |
| 1.22 03 008 | 03 572  | 04 135  | 04 698  | 05 261  | 05 824  | 06 387  | 33  | 1.24 01 925 | 02 467 | 03 009 | 03 550  | 04 092  | 04 634  | 05 176  |
| 06 387      | 06 950  | 07 513  | 08 076  | 08 639  | 09 202  | 09 764  | 34  | 05 176      | 05 717 | 06 259 | 06 801  | 07 342  | 07 883  | 08 425  |
| 1.22 09 764 | 10 327  | 10 890  | 11 452  | 12 015  | 12 577  | 13 139  | 35  | 1.24 08 425 | 08 966 | 09 507 | 10 049  | 10 590  | 11 131  | 11 672  |
| 13 139      | 13 702  | 14 264  | 14 826  | 15 388  | 15 950  | 16 512  | 36  | 11 672      | 12 213 | 12 754 | 13 295  | 13 835  | 14 376  | 14 917  |
| 16 512      | 17 074  | 17 636  | 18 197  | 18 759  | 19 321  | 19 882  | 37  | 14 917      | 15 458 | 15 998 | 16 539  | 17 079  | 17 620  | 18 160  |
| 19 882      | 20 444  | 21 005  | 21 567  | 22 128  | 22 689  | 23 250  | 38  | 18 160      | 18 700 | 19 240 | 19 781  | 20 321  | 20 861  | 21 401  |
| 23 250      | 23 812  | 24 373  | 24 934  | 25 495  | 26 055  | 26 616  | 39  | 21 401      | 21 941 | 22 481 | 23 021  | 23 560  | 24 100  | 24 640  |
| 1.22 26 616 | 27 177  | 27 738  | 28 298  | 28 859  | 29 420  | 29 980  | 40  | 1.24 24 640 | 25 179 | 25 719 | 26 258  | 26 798  | 27 337  | 27 877  |
| 29 980      | 30 540  | 31 101  | 31 661  | 32 221  | 32 781  | 33 342  | 41  | 27 877      | 28 416 | 28 955 | 29 494  | 30 033  | 30 573  | 31 112  |
| 33 342      | 33 902  | 34 462  | 35 021  | 35 581  | 36 141  | 36 701  | 42  | 31 112      | 31 651 | 32 189 | 32 728  | 33 267  | 33 806  | 34 344  |
| 36 701      | 37 260  | 37 820  | 38 380  | 38 939  | 39 499  | 40 058  | 43  | 34 344      | 34 883 | 35 422 | 35 960  | 36 499  | 37 037  | 37 575  |
| 40 058      | 40 617  | 41 176  | 41 736  | 42 295  | 42 854  | 43 413  | 44  | 37 575      | 38 114 | 38 652 | 39 190  | 39 728  | 40 266  | 40 804  |
| 1.22 43 413 | 43 972  | 44 531  | 45 089  | 45 648  | 46 207  | 46 765  | 45  | 1.24 40 804 | 41 342 | 41 880 | 42 418  | 42 956  | 43 493  | 44 031  |
| 46 765      | 47 324  | 47 883  | 48 441  | 48 999  | 49 558  | 50 116  | 46  | 44 031      | 44 569 | 45 106 | 45 644  | 46 181  | 46 719  | 47 256  |
| 50 116      | 50 674  | 51 232  | 51 790  | 52 348  | 52 906  | 53 464  | 47  | 47 256      | 47 793 | 48 330 | 48 868  | 49 405  | 49 942  | 50 479  |
| 53 464      | 54 022  | 54 580  | 55 138  | 55 695  | 56 253  | 56 810  | 48  | 50 479      | 51 016 | 51 553 | 52 089  | 52 626  | 53 163  | 53 700  |
| 56 810      | 57 368  | 57 925  | 58 483  | 59 040  | 59 597  | 60 154  | 49  | 53 700      | 54 236 | 54 773 | 55 309  | 55 846  | 56 382  | 56 918  |
| 1.22 60 154 | 60 711  | 61 268  | 61 825  | 62 382  | 62 939  | 63 496  | 50  | 1.24 56 918 | 57 455 | 57 991 | 58 527  | 59 063  | 59 599  | 60 135  |
| 63 496      | 64 053  | 64 609  | 65 166  | 65 723  | 66 279  | 66 836  | 51  | 60 135      | 60 671 | 61 207 | 61 743  | 62 279  | 62 815  | 63 350  |
| 66 836      | 67 392  | 67 948  | 68 505  | 69 061  | 69 617  | 70 173  | 52  | 63 350      | 63 886 | 64 421 | 64 957  | 65 492  | 66 028  | 66 563  |
| 70 173      | 70 729  | 71 285  | 71 841  | 72 397  | 72 953  | 73 508  | 53  | 66 563      | 67 098 | 67 634 | 68 169  | 68 704  | 69 239  | 69 774  |
| 73 508      | 74 064  | 74 619  | 75 175  | 75 731  | 76 286  | 76 841  | 54  | 69 774      | 70 309 | 70 844 | 71 379  | 71 914  | 72 448  | 72 983  |
| 1.22 76 841 | 77 397  | 77 952  | 78 507  | 79 062  | 79 617  | 80 172  | 55  | 1.24 72 983 | 73 518 | 74 052 | 74 587  | 75 121  | 75 656  | 76 190  |
| 80 172      | 80 727  | 81 282  | 81 837  | 82 392  | 82 946  | 83 501  | 56  | 76 190      | 76 724 | 77 259 | 77 793  | 78 327  | 78 861  | 79 395  |
| 83 501      | 84 056  | 84 610  | 85 165  | 85 719  | 86 273  | 86 828  | 57  | 79 395      | 79 929 | 80 463 | 80 997  | 81 531  | 82 064  | 82 598  |
| 86 828      | 87 382  | 87 936  | 88 490  | 89 044  | 89 598  | 90 152  | 58  | 82 598      | 83 132 | 83 665 | 84 199  | 84 732  | 85 266  | 85 799  |
| 90 152      | 90 706  | 91 260  | 91 813  | 92 367  | 92 921  | 93 474  | 59  | 85 799      | 86 332 | 86 866 | 87 399  | 87 932  | 88 465  | 88 998  |

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 576   | 574   | 572   | 571   | 569   | 567   | 565   | 563   | 562   | 560   | 558   | 556   | 554   | 553   | 551   | 549   | 547   | 546   | 544   | 542   | 541   | 539   | 537   | 535   | 533   |
| 57.6  | 57.4  | 57.2  | 57.1  | 56.9  | 56.7  | 56.5  | 56.3  | 56.2  | 56.0  | 55.8  | 55.6  | 55.4  | 55.3  | 55.1  | 54.9  | 54.7  | 54.6  | 54.4  | 54.2  | 54.1  | 53.9  | 53.7  | 53.5  | 53.3  |
| 115.2 | 114.8 | 114.4 | 114.2 | 113.8 | 113.4 | 113.0 | 112.6 | 112.4 | 112.0 | 111.6 | 111.2 | 110.8 | 110.6 | 110.2 | 109.8 | 109.4 | 109.2 | 108.8 | 108.4 | 108.2 | 107.8 | 107.4 | 107.0 | 106.6 |
| 172.8 | 172.2 | 171.6 | 171.3 | 170.7 | 170.1 | 169.5 | 168.9 | 168.6 | 168.0 | 167.4 | 166.8 | 166.2 | 165.9 | 165.3 | 164.7 | 164.1 | 163.8 | 163.2 | 162.6 | 162.3 | 161.7 | 161.1 | 160.5 | 159.9 |
| 230.4 | 229.6 | 228.8 | 228.4 | 227.6 | 226.8 | 226.0 | 225.2 | 224.8 | 224.0 | 223.4 | 222.8 | 222.2 | 221.9 | 221.4 | 220.8 | 220.4 | 219.8 | 219.4 | 218.6 | 218.3 | 217.6 | 217.0 | 216.4 | 215.8 |
| 288.0 | 287.0 | 286.0 | 285.5 | 284.5 | 283.5 | 282.5 | 281.5 | 281.0 | 280.0 | 279.0 | 278.0 | 277.0 | 276.5 | 275.5 | 274.5 | 273.5 | 273.0 | 272.0 | 271.0 | 270.5 | 269.5 | 268.5 | 267.5 | 266.5 |
| 345.6 | 344.4 | 343.2 | 342.6 | 341.6 | 340.2 | 339.0 | 337.8 | 337.2 | 336.0 | 334.8 | 333.6 | 332.4 | 331.8 | 330.6 | 329.4 | 328.2 | 327.6 | 326.4 | 325.2 | 324.6 | 323.8 | 323.2 | 322.4 | 321.6 |
| 403.2 | 401.8 | 400.4 | 399.7 | 398.3 | 396.9 | 395.5 | 394.1 | 393.4 | 392.0 | 390.6 | 389.2 | 387.8 | 387.1 | 385.7 | 384.3 | 382.9 | 382.2 | 380.8 | 379.4 | 378.7 | 377.3 | 375.9 | 374.5 | 373.1 |
| 460.8 | 459.2 | 457.6 | 456.8 | 455.4 | 453.6 | 452.0 | 450.4 | 449.6 | 448.0 | 446.4 | 444.8 | 443.2 | 442.4 | 440.8 | 439.2 | 437.6 | 436.8 | 435.2 | 433.6 | 432.8 | 431.2 | 429.6 |       |       |



Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |     |             |        |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 24°    |             |         |         |         |         |         |         | 25° |             |        |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.24 88 998 | 89 531  | 90 064  | 90 597  | 91 130  | 91 663  | 92 195  | 0   | 1.26 77 461 | 77 975 | 78 490  | 79 004  | 79 518  | 80 032  | 80 546  |
| 1      | 92 195      | 92 728  | 93 261  | 93 793  | 94 326  | 94 858  | 95 391  | 1   | 80 546      | 81 060 | 81 574  | 82 088  | 82 601  | 83 115  | 83 629  |
| 2      | 95 391      | 95 923  | 96 455  | 96 987  | 97 520  | 98 052  | 98 584  | 2   | 83 629      | 84 142 | 84 656  | 85 170  | 85 683  | 86 197  | 86 710  |
| 3      | 98 584      | 99 116  | 99 648  | 100 180 | 100 712 | 101 243 | 101 775 | 3   | 86 710      | 87 223 | 87 737  | 88 250  | 88 763  | 89 276  | 89 789  |
| 4      | 1.25 01 775 | 02 307  | 02 839  | 03 370  | 03 902  | 04 433  | 04 965  | 4   | 89 789      | 90 302 | 90 815  | 91 328  | 91 841  | 92 354  | 92 867  |
| 5      | 1.25 04 965 | 05 496  | 06 027  | 06 558  | 07 090  | 07 621  | 08 152  | 5   | 1.26 92 867 | 93 380 | 93 892  | 94 405  | 94 918  | 95 430  | 95 943  |
| 6      | 08 152      | 08 683  | 09 214  | 09 745  | 10 276  | 10 807  | 11 337  | 6   | 95 943      | 96 455 | 96 968  | 97 480  | 97 992  | 98 504  | 99 017  |
| 7      | 11 337      | 11 868  | 12 399  | 12 929  | 13 460  | 13 990  | 14 521  | 7   | 99 017      | 99 529 | 100 041 | 100 553 | 101 065 | 101 577 | 102 089 |
| 8      | 14 521      | 15 051  | 15 582  | 16 112  | 16 642  | 17 172  | 17 702  | 8   | 1.27 02 089 | 02 601 | 03 113  | 03 624  | 04 136  | 04 648  | 05 159  |
| 9      | 17 702      | 18 233  | 18 763  | 19 293  | 19 822  | 20 352  | 20 882  | 9   | 05 159      | 05 671 | 06 182  | 06 694  | 07 205  | 07 717  | 08 228  |
| 10     | 1.25 20 882 | 21 412  | 21 942  | 22 471  | 23 001  | 23 530  | 24 060  | 10  | 1.27 08 228 | 08 739 | 09 251  | 09 762  | 10 273  | 10 784  | 11 295  |
| 11     | 24 060      | 24 589  | 25 119  | 25 648  | 26 177  | 26 706  | 27 236  | 11  | 11 295      | 11 806 | 12 317  | 12 828  | 13 339  | 13 849  | 14 360  |
| 12     | 27 236      | 27 765  | 28 294  | 28 823  | 29 352  | 29 881  | 30 409  | 12  | 14 360      | 14 871 | 15 381  | 15 892  | 16 403  | 16 913  | 17 424  |
| 13     | 30 409      | 30 938  | 31 467  | 31 996  | 32 524  | 33 053  | 33 581  | 13  | 17 424      | 17 934 | 18 444  | 18 955  | 19 465  | 19 975  | 20 485  |
| 14     | 33 581      | 34 110  | 34 638  | 35 167  | 35 695  | 36 223  | 36 751  | 14  | 20 485      | 20 995 | 21 505  | 22 015  | 22 525  | 23 035  | 23 545  |
| 15     | 1.25 36 751 | 37 280  | 37 808  | 38 336  | 38 864  | 39 392  | 39 920  | 15  | 1.27 23 545 | 24 055 | 24 565  | 25 075  | 25 584  | 26 094  | 26 603  |
| 16     | 39 920      | 40 447  | 40 975  | 41 503  | 42 031  | 42 558  | 43 086  | 16  | 26 603      | 27 113 | 27 622  | 28 132  | 28 641  | 29 150  | 29 659  |
| 17     | 43 086      | 43 613  | 44 141  | 44 668  | 45 195  | 45 723  | 46 250  | 17  | 29 659      | 30 169 | 30 678  | 31 187  | 31 696  | 32 205  | 32 714  |
| 18     | 46 250      | 46 777  | 47 304  | 47 831  | 48 359  | 48 885  | 49 412  | 18  | 32 714      | 33 223 | 33 732  | 34 241  | 34 750  | 35 258  | 35 767  |
| 19     | 49 412      | 49 939  | 50 466  | 50 993  | 51 520  | 52 046  | 52 573  | 19  | 35 767      | 36 276 | 36 784  | 37 293  | 37 801  | 38 310  | 38 818  |
| 20     | 1.25 52 573 | 53 099  | 53 626  | 54 152  | 54 679  | 55 205  | 55 731  | 20  | 1.27 38 818 | 39 326 | 39 835  | 40 343  | 40 851  | 41 359  | 41 867  |
| 21     | 55 731      | 56 258  | 56 784  | 57 310  | 57 836  | 58 362  | 58 888  | 21  | 41 867      | 42 375 | 42 883  | 43 391  | 43 899  | 44 407  | 44 915  |
| 22     | 58 888      | 59 414  | 59 940  | 60 466  | 60 992  | 61 517  | 62 043  | 22  | 44 915      | 45 423 | 45 931  | 46 438  | 46 946  | 47 453  | 47 961  |
| 23     | 62 043      | 62 569  | 63 094  | 63 620  | 64 145  | 64 670  | 65 196  | 23  | 47 961      | 48 468 | 48 976  | 49 483  | 49 991  | 50 498  | 51 005  |
| 24     | 65 196      | 65 721  | 66 246  | 66 772  | 67 297  | 67 822  | 68 347  | 24  | 51 005      | 51 512 | 52 019  | 52 527  | 53 034  | 53 541  | 54 048  |
| 25     | 1.25 68 347 | 68 872  | 69 397  | 69 922  | 70 446  | 70 971  | 71 496  | 25  | 1.27 54 048 | 54 554 | 55 061  | 55 568  | 56 075  | 56 582  | 57 088  |
| 26     | 71 496      | 72 021  | 72 545  | 73 070  | 73 594  | 74 119  | 74 643  | 26  | 57 088      | 57 595 | 58 101  | 58 608  | 59 114  | 59 621  | 60 127  |
| 27     | 74 643      | 75 167  | 75 692  | 76 216  | 76 740  | 77 264  | 77 788  | 27  | 60 127      | 60 633 | 61 140  | 61 646  | 62 152  | 62 658  | 63 164  |
| 28     | 77 788      | 78 312  | 78 836  | 79 360  | 79 884  | 80 408  | 80 932  | 28  | 63 164      | 63 670 | 64 176  | 64 682  | 65 188  | 65 694  | 66 200  |
| 29     | 80 932      | 81 456  | 81 979  | 82 503  | 83 026  | 83 550  | 84 073  | 29  | 66 200      | 66 706 | 67 211  | 67 717  | 68 223  | 68 729  | 69 234  |
| 30     | 1.25 84 073 | 84 597  | 85 120  | 85 644  | 86 167  | 86 690  | 87 213  | 30  | 1.27 69 234 | 69 739 | 70 245  | 70 750  | 71 255  | 71 761  | 72 266  |
| 31     | 87 213      | 87 736  | 88 259  | 88 782  | 89 305  | 89 828  | 90 351  | 31  | 72 266      | 72 771 | 73 276  | 73 781  | 74 286  | 74 791  | 75 296  |
| 32     | 90 351      | 90 874  | 91 396  | 91 919  | 92 442  | 92 964  | 93 487  | 32  | 75 296      | 75 801 | 76 306  | 76 811  | 77 315  | 77 820  | 78 325  |
| 33     | 93 487      | 94 009  | 94 532  | 95 054  | 95 577  | 96 099  | 96 621  | 33  | 78 325      | 78 829 | 79 334  | 79 838  | 80 343  | 80 847  | 81 352  |
| 34     | 96 621      | 97 143  | 97 665  | 98 187  | 98 709  | 99 231  | 99 753  | 34  | 81 352      | 81 856 | 82 360  | 82 865  | 83 369  | 83 873  | 84 377  |
| 35     | 1.25 99 753 | 100 275 | 100 797 | 101 319 | 101 840 | 102 362 | 102 884 | 35  | 1.27 84 377 | 84 881 | 85 385  | 85 889  | 86 393  | 86 897  | 87 400  |
| 36     | 1.26 02 884 | 03 405  | 03 927  | 04 448  | 04 969  | 05 491  | 06 012  | 36  | 87 400      | 87 904 | 88 408  | 88 912  | 89 415  | 89 919  | 90 422  |
| 37     | 06 012      | 06 533  | 07 055  | 07 576  | 08 097  | 08 618  | 09 139  | 37  | 90 422      | 90 926 | 91 429  | 91 933  | 92 436  | 92 939  | 93 442  |
| 38     | 09 139      | 09 660  | 10 181  | 10 701  | 11 222  | 11 743  | 12 264  | 38  | 93 442      | 93 946 | 94 449  | 94 952  | 95 455  | 95 958  | 96 461  |
| 39     | 12 264      | 12 784  | 13 305  | 13 825  | 14 346  | 14 866  | 15 387  | 39  | 96 461      | 96 964 | 97 467  | 97 969  | 98 472  | 98 975  | 99 477  |
| 40     | 1.26 15 387 | 15 907  | 16 427  | 16 947  | 17 467  | 17 988  | 18 508  | 40  | 1.27 99 477 | 99 980 | 100 483 | 100 985 | 101 488 | 101 990 | 102 492 |
| 41     | 18 508      | 19 028  | 19 548  | 20 067  | 20 587  | 21 107  | 21 627  | 41  | 1.28 02 492 | 02 995 | 03 497  | 03 999  | 04 502  | 05 004  | 05 506  |
| 42     | 21 627      | 22 147  | 22 666  | 23 186  | 23 705  | 24 225  | 24 744  | 42  | 05 506      | 06 008 | 06 510  | 07 012  | 07 514  | 08 016  | 08 517  |
| 43     | 24 744      | 25 264  | 25 783  | 26 302  | 26 822  | 27 341  | 27 860  | 43  | 08 517      | 09 019 | 09 521  | 10 023  | 10 524  | 11 026  | 11 527  |
| 44     | 27 860      | 28 379  | 28 898  | 29 417  | 29 936  | 30 455  | 30 974  | 44  | 11 527      | 12 029 | 12 530  | 13 032  | 13 533  | 14 034  | 14 536  |
| 45     | 1.26 30 974 | 31 492  | 32 011  | 32 530  | 33 048  | 33 567  | 34 086  | 45  | 1.28 14 536 | 15 037 | 15 538  | 16 039  | 16 540  | 17 041  | 17 542  |
| 46     | 34 086      | 34 604  | 35 122  | 35 641  | 36 159  | 36 677  | 37 196  | 46  | 17 542      | 18 043 | 18 544  | 19 045  | 19 546  | 20 046  | 20 547  |
| 47     | 37 196      | 37 714  | 38 232  | 38 750  | 39 268  | 39 786  | 40 304  | 47  | 20 547      | 21 048 | 21 548  | 22 049  | 22 549  | 23 050  | 23 550  |
| 48     | 40 304      | 40 822  | 41 340  | 41 857  | 42 375  | 42 893  | 43 410  | 48  | 23 550      | 24 051 | 24 551  | 25 051  | 25 552  | 26 052  | 26 552  |
| 49     | 43 410      | 43 928  | 44 445  | 44 963  | 45 480  | 45 998  | 46 515  | 49  | 26 552      | 27 052 | 27 552  | 28 052  | 28 552  | 29 052  | 29 552  |
| 50     | 1.26 46 515 | 47 032  | 47 549  | 48 066  | 48 584  | 49 101  | 49 618  | 50  | 1.28 29 552 | 30 052 | 30 551  | 31 051  | 31 551  | 32 050  | 32 550  |
| 51     | 49 618      | 50 135  | 50 652  | 51 168  | 51 685  | 52 202  | 52 719  | 51  | 32 550      | 33 049 | 33 549  | 34 048  | 34 548  | 35 047  | 35 546  |
| 52     | 52 719      | 53 235  | 53 752  | 54 268  | 54 785  | 55 301  | 55 818  | 52  | 35 546      | 36 046 | 36 545  | 37 044  | 37 543  | 38 042  | 38 541  |
| 53     | 55 818      | 56 334  | 56 850  | 57 367  | 57 883  | 58 399  | 58 915  | 53  | 38 541      | 39 040 | 39 539  | 40 038  | 40 537  | 41 036  | 41 535  |
| 54     | 58 915      | 59 431  | 59 947  | 60 463  | 60 979  | 61 495  | 62 011  | 54  | 41 535      | 42 033 | 42 532  | 43 031  | 43 529  | 44 028  | 44 526  |
| 55     | 1.26 62 011 | 62 526  | 63 042  | 63 558  | 64 073  | 64 589  | 65 104  | 55  | 1.28 44 526 | 45 025 | 45 523  | 46 021  | 46 520  | 47 018  | 47 516  |
| 56     | 65 104      | 65 620  | 66 135  | 66 651  | 67 166  | 67 681  | 68 196  | 56  | 47 516      | 48 014 | 48 512  | 49 010  | 49 508  | 50 006  | 50 504  |
| 57     | 68 196      | 68 711  | 69 226  | 69 742  | 70 257  | 70 771  | 71 286  | 57  | 50 504      | 51 002 | 51 500  | 51 998  | 52 495  | 52 993  | 53 491  |
| 58     | 71 286      | 71 801  | 72 316  | 72 831  | 73 345  | 73 860  | 74 375  | 58  | 53 491      | 53 988 | 54 486  | 54 983  | 55 481  | 55 978  | 56 476  |
| 59     | 74 375      | 74 889  | 75 404  | 75 918  | 76 433  | 76 947  | 77 461  | 59  | 56 476      | 56 973 | 57 470  | 57 968  | 58 465  | 58 962  | 59 459  |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |         |         |         |     |             |        |        |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 26°    |             |        |        |        |         |         |         | 27° |             |        |        |         |         |         |         |
| v      | o"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v   | o"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.28 59 459 | 59 956 | 60 453 | 60 950 | 61 447  | 61 944  | 62 441  | 0   | 1.30 35 521 | 36 002 | 36 483 | 36 964  | 37 446  | 37 927  | 38 408  |
| 1      | 62 441      | 62 937 | 63 434 | 63 931 | 64 427  | 64 924  | 65 421  | 1   | 38 408      | 38 889 | 39 370 | 39 850  | 40 331  | 40 812  | 41 293  |
| 2      | 65 421      | 65 917 | 66 414 | 66 910 | 67 406  | 67 903  | 68 399  | 2   | 41 293      | 41 774 | 42 254 | 42 735  | 43 216  | 43 696  | 44 177  |
| 3      | 68 399      | 68 895 | 69 391 | 69 887 | 70 384  | 70 880  | 71 376  | 3   | 44 177      | 44 657 | 45 138 | 45 618  | 46 098  | 46 579  | 47 059  |
| 4      | 71 376      | 71 872 | 72 367 | 72 863 | 73 359  | 73 855  | 74 351  | 4   | 47 059      | 47 539 | 48 019 | 48 500  | 48 980  | 49 460  | 49 940  |
| 5      | 1.28 74 351 | 74 846 | 75 342 | 75 838 | 76 333  | 76 829  | 77 324  | 5   | 1.30 49 940 | 50 420 | 50 900 | 51 380  | 51 860  | 52 339  | 52 819  |
| 6      | 77 324      | 77 819 | 78 315 | 78 810 | 79 305  | 79 801  | 80 296  | 6   | 52 819      | 53 299 | 53 779 | 54 258  | 54 738  | 55 217  | 55 697  |
| 7      | 80 296      | 80 791 | 81 286 | 81 781 | 82 276  | 82 771  | 83 266  | 7   | 55 697      | 56 176 | 56 656 | 57 135  | 57 615  | 58 094  | 58 573  |
| 8      | 83 266      | 83 761 | 84 256 | 84 750 | 85 245  | 85 740  | 86 235  | 8   | 58 573      | 59 052 | 59 532 | 60 011  | 60 490  | 60 969  | 61 448  |
| 9      | 86 235      | 86 729 | 87 224 | 87 718 | 88 213  | 88 707  | 89 201  | 9   | 61 448      | 61 927 | 62 406 | 62 885  | 63 364  | 63 842  | 64 321  |
| 10     | 1.28 89 201 | 89 696 | 90 190 | 90 684 | 91 178  | 91 673  | 92 167  | 10  | 1.30 64 321 | 64 800 | 65 279 | 65 757  | 66 236  | 66 714  | 67 193  |
| 11     | 92 167      | 92 661 | 93 155 | 93 649 | 94 143  | 94 637  | 95 130  | 11  | 67 193      | 67 671 | 68 150 | 68 628  | 69 107  | 69 585  | 70 063  |
| 12     | 95 130      | 95 624 | 96 118 | 96 612 | 97 105  | 97 599  | 98 092  | 12  | 70 063      | 70 542 | 71 020 | 71 498  | 71 976  | 72 454  | 72 932  |
| 13     | 98 092      | 98 586 | 99 079 | 99 573 | 100 066 | 100 559 | 101 053 | 13  | 72 932      | 73 410 | 73 888 | 74 366  | 74 844  | 75 322  | 75 799  |
| 14     | 1.29 01 053 | 01 546 | 02 039 | 02 532 | 03 025  | 03 519  | 04 012  | 14  | 75 799      | 76 277 | 76 755 | 77 232  | 77 710  | 78 188  | 78 665  |
| 15     | 1.29 04 012 | 04 505 | 04 997 | 05 490 | 05 983  | 06 476  | 06 969  | 15  | 1.30 78 665 | 79 143 | 79 620 | 80 098  | 80 575  | 81 052  | 81 530  |
| 16     | 06 969      | 07 461 | 07 954 | 08 447 | 08 939  | 09 432  | 09 924  | 16  | 81 530      | 82 007 | 82 484 | 82 961  | 83 438  | 83 915  | 84 392  |
| 17     | 09 924      | 10 417 | 10 909 | 11 402 | 11 894  | 12 386  | 12 878  | 17  | 84 392      | 84 869 | 85 346 | 85 823  | 86 300  | 86 777  | 87 254  |
| 18     | 12 878      | 13 370 | 13 863 | 14 355 | 14 847  | 15 339  | 15 831  | 18  | 87 254      | 87 730 | 88 207 | 88 684  | 89 161  | 89 637  | 90 114  |
| 19     | 15 831      | 16 323 | 16 814 | 17 306 | 17 798  | 18 290  | 18 781  | 19  | 90 114      | 90 590 | 91 067 | 91 543  | 92 019  | 92 496  | 92 972  |
| 20     | 1.29 18 781 | 19 273 | 19 765 | 20 256 | 20 748  | 21 239  | 21 731  | 20  | 1.30 92 972 | 93 448 | 93 925 | 94 401  | 94 877  | 95 353  | 95 829  |
| 21     | 21 731      | 22 222 | 22 713 | 23 205 | 23 696  | 24 187  | 24 678  | 21  | 95 829      | 96 305 | 96 781 | 97 257  | 97 733  | 98 209  | 98 684  |
| 22     | 24 678      | 25 169 | 25 660 | 26 151 | 26 642  | 27 133  | 27 624  | 22  | 98 684      | 99 160 | 99 636 | 100 112 | 100 587 | 101 063 | 101 538 |
| 23     | 27 624      | 28 115 | 28 606 | 29 096 | 29 587  | 30 078  | 30 568  | 23  | 1.31 01 538 | 02 014 | 02 489 | 02 965  | 03 440  | 03 916  | 04 391  |
| 24     | 30 568      | 31 059 | 31 549 | 32 040 | 32 530  | 33 021  | 33 511  | 24  | 04 391      | 04 866 | 05 341 | 05 817  | 06 292  | 06 767  | 07 242  |
| 25     | 1.29 33 511 | 34 001 | 34 492 | 34 982 | 35 472  | 35 962  | 36 452  | 25  | 1.31 07 242 | 07 717 | 08 192 | 08 667  | 09 142  | 09 617  | 10 092  |
| 26     | 36 452      | 36 942 | 37 432 | 37 922 | 38 412  | 38 902  | 39 392  | 26  | 10 092      | 10 566 | 11 041 | 11 516  | 11 990  | 12 465  | 12 940  |
| 27     | 39 392      | 39 882 | 40 371 | 40 861 | 41 351  | 41 840  | 42 330  | 27  | 12 940      | 13 414 | 13 889 | 14 364  | 14 838  | 15 312  | 15 786  |
| 28     | 42 330      | 42 819 | 43 309 | 43 798 | 44 288  | 44 777  | 45 266  | 28  | 15 786      | 16 261 | 16 735 | 17 209  | 17 683  | 18 157  | 18 632  |
| 29     | 45 266      | 45 756 | 46 245 | 46 734 | 47 223  | 47 712  | 48 201  | 29  | 18 632      | 19 106 | 19 580 | 20 054  | 20 527  | 21 001  | 21 475  |
| 30     | 1.29 48 201 | 48 690 | 49 179 | 49 668 | 50 157  | 50 646  | 51 134  | 30  | 1.31 21 475 | 21 949 | 22 423 | 22 897  | 23 370  | 23 844  | 24 318  |
| 31     | 51 134      | 51 623 | 52 112 | 52 600 | 53 089  | 53 578  | 54 066  | 31  | 24 318      | 24 791 | 25 265 | 25 738  | 26 212  | 26 685  | 27 158  |
| 32     | 54 066      | 54 555 | 55 043 | 55 531 | 56 020  | 56 508  | 56 996  | 32  | 27 158      | 27 632 | 28 105 | 28 578  | 29 051  | 29 525  | 29 998  |
| 33     | 56 996      | 57 484 | 57 972 | 58 461 | 58 949  | 59 437  | 59 925  | 33  | 29 998      | 30 471 | 30 944 | 31 417  | 31 890  | 32 363  | 32 836  |
| 34     | 59 925      | 60 413 | 60 900 | 61 388 | 61 876  | 62 364  | 62 852  | 34  | 32 836      | 33 308 | 33 781 | 34 254  | 34 727  | 35 199  | 35 672  |
| 35     | 1.29 62 852 | 63 339 | 63 827 | 64 314 | 64 802  | 65 290  | 65 777  | 35  | 1.31 35 672 | 36 145 | 36 617 | 37 090  | 37 562  | 38 035  | 38 507  |
| 36     | 65 777      | 66 264 | 66 752 | 67 239 | 67 726  | 68 214  | 68 701  | 36  | 38 507      | 38 979 | 39 452 | 39 924  | 40 396  | 40 869  | 41 341  |
| 37     | 68 701      | 69 188 | 69 675 | 70 162 | 70 649  | 71 136  | 71 623  | 37  | 41 341      | 41 813 | 42 285 | 42 757  | 43 229  | 43 701  | 44 173  |
| 38     | 71 623      | 72 110 | 72 597 | 73 084 | 73 570  | 74 057  | 74 544  | 38  | 44 173      | 44 645 | 45 117 | 45 588  | 46 060  | 46 532  | 47 004  |
| 39     | 74 544      | 75 030 | 75 517 | 76 003 | 76 490  | 76 976  | 77 463  | 39  | 47 004      | 47 475 | 47 947 | 48 418  | 48 890  | 49 361  | 49 833  |
| 40     | 1.29 77 463 | 77 949 | 78 436 | 78 922 | 79 408  | 79 894  | 80 380  | 40  | 1.31 49 833 | 50 304 | 50 767 | 51 247  | 51 718  | 52 189  | 52 661  |
| 41     | 80 380      | 80 867 | 81 353 | 81 839 | 82 325  | 82 811  | 83 296  | 41  | 52 661      | 53 132 | 53 603 | 54 074  | 54 545  | 55 016  | 55 487  |
| 42     | 83 296      | 83 782 | 84 268 | 84 754 | 85 240  | 85 725  | 86 211  | 42  | 55 487      | 55 958 | 56 429 | 56 900  | 57 370  | 57 841  | 58 312  |
| 43     | 86 211      | 86 696 | 87 182 | 87 668 | 88 153  | 88 638  | 89 124  | 43  | 58 312      | 58 783 | 59 253 | 59 724  | 60 194  | 60 665  | 61 135  |
| 44     | 89 124      | 89 609 | 90 094 | 90 580 | 91 065  | 91 550  | 92 035  | 44  | 61 135      | 61 606 | 62 076 | 62 547  | 63 017  | 63 487  | 63 958  |
| 45     | 1.29 92 035 | 92 520 | 93 005 | 93 490 | 93 975  | 94 460  | 94 945  | 45  | 1.31 63 958 | 64 428 | 64 898 | 65 368  | 65 838  | 66 308  | 66 778  |
| 46     | 94 945      | 95 430 | 95 915 | 96 399 | 96 884  | 97 369  | 97 853  | 46  | 66 778      | 67 248 | 67 718 | 68 188  | 68 658  | 69 128  | 69 597  |
| 47     | 97 853      | 98 338 | 98 822 | 99 307 | 99 791  | 100 276 | 100 760 | 47  | 69 597      | 70 067 | 70 537 | 71 007  | 71 476  | 71 946  | 72 415  |
| 48     | 1.30 00 760 | 01 244 | 01 728 | 02 213 | 02 697  | 03 181  | 03 665  | 48  | 72 415      | 72 885 | 73 354 | 73 824  | 74 293  | 74 762  | 75 231  |
| 49     | 03 665      | 04 149 | 04 633 | 05 117 | 05 601  | 06 085  | 06 569  | 49  | 75 231      | 75 701 | 76 170 | 76 639  | 77 108  | 77 577  | 78 047  |
| 50     | 1.30 06 569 | 07 052 | 07 536 | 08 020 | 08 504  | 08 987  | 09 471  | 50  | 1.31 78 047 | 78 516 | 78 985 | 79 454  | 79 923  | 80 391  | 80 860  |
| 51     | 09 471      | 09 954 | 10 438 | 10 921 | 11 405  | 11 888  | 12 371  | 51  | 80 860      | 81 329 | 81 798 | 82 266  | 82 735  | 83 204  | 83 672  |
| 52     | 12 371      | 12 855 | 13 338 | 13 821 | 14 304  | 14 787  | 15 270  | 52  | 83 672      | 84 141 | 84 609 | 85 078  | 85 546  | 86 015  | 86 483  |
| 53     | 15 270      | 15 753 | 16 236 | 16 719 | 17 202  | 17 685  | 18 168  | 53  | 86 483      | 86 951 | 87 420 | 87 888  | 88 356  | 88 824  | 89 292  |
| 54     | 18 168      | 18 651 | 19 133 | 19 616 | 20 099  | 20 581  | 21 064  | 54  | 89 292      | 89 760 | 90 229 | 90 697  | 91 164  | 91 632  | 92 100  |
| 55     | 1.30 21 064 | 21 546 | 22 029 | 22 511 | 22 994  | 23 476  | 23 958  | 55  | 1.31 92 100 | 92 568 | 93 036 | 93 504  | 93 971  | 94 439  | 94 907  |
| 56     | 23 958      | 24 441 | 24 923 | 25 405 | 25 887  | 26 369  | 26 851  | 56  | 94 907      | 95 374 | 95 842 | 96 309  | 96 777  | 97 244  | 97 712  |
| 57     | 26 851      | 27 333 | 27 815 | 28 297 | 28 779  | 29 261  | 29 743  | 57  | 97 712      | 98 179 | 98 647 | 99 114  | 99 581  | 100 048 | 100 516 |
| 58     | 29 743      | 30 224 | 30 706 | 31 188 | 31 669  | 32 151  | 32 632  | 58  | 1.32 00 516 | 00 983 | 01 450 | 01 917  | 02 384  | 02 851  | 03 318  |
| 59     | 32 632      | 33 114 | 33 595 | 34 077 | 34 558  | 35 040  | 35 521  | 59  | 03 318      | 03 785 | 04 252 | 04 718  | 05 185  | 05 652  | 06 119  |

|   | 497   | 496   | 495   | 493   | 492   | 491   | 489   | 488   | 487   | 485   | 484   | 483   | 482   | 481   | 479   | 478   | 476   | 475   | 474   | 473   | 471   | 469   | 468   | 467   | 466   |       |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 49.7  | 49.6  | 49.5  | 49.3  | 49.2  | 49.1  | 48.9  | 48.8  | 48.7  | 48.5  | 48.4  | 48.3  | 48.2  | 48.1  | 47.9  | 47.8  | 47.6  | 47.5  | 47.4  | 47.3  | 47.1  | 46.9  | 46.8  | 46.7  | 46.6  | 1     |   |
| 2 | 99.4  | 99.2  | 99.0  | 98.6  | 98.4  | 98.2  | 97.8  | 97.6  | 97.4  | 97.0  | 96.8  | 96.6  | 96.4  | 96.2  | 95.8  | 95.6  | 95.2  | 95.0  | 94.8  | 94.6  | 94.2  | 93.8  | 93.6  | 93.4  | 93.2  | 2     |   |
| 3 | 149.1 | 148.8 | 148.5 | 147.9 | 147.6 | 147.3 | 146.7 | 146.4 | 146.1 | 145.5 | 145.2 | 144.9 | 144.6 | 144.3 | 143.7 | 143.4 | 142.8 | 142.5 | 142.2 | 141.9 | 141.3 | 140.7 | 140.4 | 140.1 | 139.8 | 3     |   |
| 4 | 198.8 | 198.4 | 198.0 | 197.2 | 196.8 | 196.4 | 195.6 | 195.2 | 194.8 | 194.0 | 193.6 | 193.2 | 192.8 | 192.4 | 191.6 | 191.2 | 190.4 | 190.0 | 189.6 | 189.2 | 188.4 | 187.6 | 187.2 | 186.8 | 186.4 | 4     |   |
| 5 | 248.5 | 248.0 | 247.5 | 246.5 | 246.0 | 245.5 | 244.5 | 244.0 | 243.5 | 242.8 | 242.4 | 241.5 | 241.0 | 240.5 | 239.5 | 239.0 | 238.0 | 237.5 | 237.0 | 236.5 | 235.5 | 234.5 | 234.0 | 233.5 | 233.0 | 5     |   |
| 6 | 298.2 | 297.6 | 297.0 | 295.5 | 295.0 | 294.6 | 293.4 | 292.8 | 292.5 | 291.0 | 290.4 | 289.8 | 289.2 | 288.5 | 287.4 | 286.8 | 285.6 | 285.0 | 284.4 | 283.8 | 283.0 | 282.4 | 281.8 | 280.8 | 280.2 | 279.6 | 6 |
| 7 | 347.9 | 347.2 | 346.5 | 345.1 | 344.4 | 343.7 | 342.3 | 341.6 | 340.9 | 339.5 | 338.8 | 338.1 | 337.4 | 336.7 | 335.3 | 334.6 | 333.2 | 332.5 | 331.8 | 331.1 | 329.7 | 328.3 | 327.6 | 326.0 | 325.2 | 7     |   |
| 8 | 397.6 | 396.8 | 396.0 | 394.4 | 393.6 | 392.8 | 391.2 | 390.4 | 389.6 | 388.0 | 387.2 | 386.4 | 385.6 | 384.8 | 383.2 | 382.4 | 380.8 | 380.0 | 379.2 | 378.4 | 376.8 | 375.3 | 374.4 | 373.6 | 372.8 | 8     |   |
| 9 | 447.3 | 446.4 | 445.5 | 443.7 | 442.8 | 441.9 | 440.1 | 439.2 | 438.3 | 436.5 | 435.6 | 434.7 | 433.8 | 432.9 | 431.1 | 430.2 | 428.4 | 427.5 | 426.6 | 425.7 | 423.9 | 422.1 | 421.2 | 420.3 | 419.4 | 9     |   |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |         |         |         |         |    |             |        |        |         |         |         |         |    |             |        |        |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 28°    |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |         |         |         | 29°     |    |             |        |        |         |         |         |         |    |             |        |        |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.32 06 119 | 06 585 | 07 052 | 07 519 | 07 985 | 08 452 | 08 918 | 0  | 1.33 71 676 | 72 129 | 72 582 | 73 035  | 73 488  | 73 941  | 74 394  | 0  | 1.33 71 676 | 72 129 | 72 582 | 73 035  | 73 488  | 73 941  | 74 394  | 0  | 1.33 71 676 | 72 129 | 72 582 | 73 035  | 73 488  | 73 941  | 74 394  |
| 1      | 08 918      | 09 385 | 09 851 | 10 317 | 10 784 | 11 250 | 11 716 | 1  | 74 394      | 74 847 | 75 300 | 75 753  | 76 206  | 76 659  | 77 112  | 1  | 74 394      | 74 847 | 75 300 | 75 753  | 76 206  | 76 659  | 77 112  | 1  | 74 394      | 74 847 | 75 300 | 75 753  | 76 206  | 76 659  | 77 112  |
| 2      | 11 716      | 12 182 | 12 649 | 13 115 | 13 581 | 14 047 | 14 513 | 2  | 77 112      | 77 565 | 78 018 | 78 470  | 78 923  | 79 376  | 79 828  | 2  | 77 112      | 77 565 | 78 018 | 78 470  | 78 923  | 79 376  | 79 828  | 2  | 77 112      | 77 565 | 78 018 | 78 470  | 78 923  | 79 376  | 79 828  |
| 3      | 14 513      | 14 979 | 15 445 | 15 911 | 16 377 | 16 842 | 17 308 | 3  | 79 828      | 80 281 | 80 733 | 81 186  | 81 638  | 82 091  | 82 543  | 3  | 79 828      | 80 281 | 80 733 | 81 186  | 81 638  | 82 091  | 82 543  | 3  | 79 828      | 80 281 | 80 733 | 81 186  | 81 638  | 82 091  | 82 543  |
| 4      | 17 308      | 17 774 | 18 240 | 18 705 | 19 171 | 19 637 | 20 102 | 4  | 82 543      | 82 995 | 83 448 | 83 900  | 84 352  | 84 805  | 85 257  | 4  | 82 543      | 82 995 | 83 448 | 83 900  | 84 352  | 84 805  | 85 257  | 4  | 82 543      | 82 995 | 83 448 | 83 900  | 84 352  | 84 805  | 85 257  |
| 5      | 1.32 20 102 | 20 568 | 21 033 | 21 499 | 21 964 | 22 429 | 22 895 | 5  | 1.33 85 257 | 85 709 | 86 161 | 86 613  | 87 065  | 87 517  | 87 969  | 5  | 1.33 85 257 | 85 709 | 86 161 | 86 613  | 87 065  | 87 517  | 87 969  | 5  | 1.33 85 257 | 85 709 | 86 161 | 86 613  | 87 065  | 87 517  | 87 969  |
| 6      | 22 895      | 23 360 | 23 825 | 24 290 | 24 756 | 25 221 | 25 686 | 6  | 87 969      | 88 421 | 88 873 | 89 325  | 89 777  | 90 228  | 90 680  | 6  | 87 969      | 88 421 | 88 873 | 89 325  | 89 777  | 90 228  | 90 680  | 6  | 87 969      | 88 421 | 88 873 | 89 325  | 89 777  | 90 228  | 90 680  |
| 7      | 25 686      | 26 151 | 26 616 | 27 081 | 27 546 | 28 011 | 28 476 | 7  | 90 680      | 91 132 | 91 584 | 92 035  | 92 487  | 92 938  | 93 390  | 7  | 90 680      | 91 132 | 91 584 | 92 035  | 92 487  | 92 938  | 93 390  | 7  | 90 680      | 91 132 | 91 584 | 92 035  | 92 487  | 92 938  | 93 390  |
| 8      | 28 476      | 28 940 | 29 405 | 29 870 | 30 335 | 30 799 | 31 264 | 8  | 93 390      | 93 841 | 94 293 | 94 744  | 95 196  | 95 647  | 96 098  | 8  | 93 390      | 93 841 | 94 293 | 94 744  | 95 196  | 95 647  | 96 098  | 8  | 93 390      | 93 841 | 94 293 | 94 744  | 95 196  | 95 647  | 96 098  |
| 9      | 31 264      | 31 728 | 32 193 | 32 658 | 33 122 | 33 586 | 34 051 | 9  | 96 098      | 96 550 | 97 001 | 97 452  | 97 903  | 98 355  | 98 806  | 9  | 96 098      | 96 550 | 97 001 | 97 452  | 97 903  | 98 355  | 98 806  | 9  | 96 098      | 96 550 | 97 001 | 97 452  | 97 903  | 98 355  | 98 806  |
| 10     | 1.32 34 051 | 34 515 | 34 980 | 35 444 | 35 908 | 36 372 | 36 836 | 10 | 1.33 98 806 | 99 257 | 99 708 | 100 159 | 100 610 | 101 061 | 101 512 | 10 | 1.33 98 806 | 99 257 | 99 708 | 100 159 | 100 610 | 101 061 | 101 512 | 10 | 1.33 98 806 | 99 257 | 99 708 | 100 159 | 100 610 | 101 061 | 101 512 |
| 11     | 36 836      | 37 301 | 37 765 | 38 229 | 38 693 | 39 157 | 39 621 | 11 | 1.34 01 512 | 01 963 | 02 413 | 02 864  | 03 315  | 03 766  | 04 216  | 11 | 1.34 01 512 | 01 963 | 02 413 | 02 864  | 03 315  | 03 766  | 04 216  | 11 | 1.34 01 512 | 01 963 | 02 413 | 02 864  | 03 315  | 03 766  | 04 216  |
| 12     | 39 621      | 40 085 | 40 548 | 41 012 | 41 476 | 41 940 | 42 403 | 12 | 04 216      | 04 667 | 05 118 | 05 568  | 06 019  | 06 469  | 06 920  | 12 | 04 216      | 04 667 | 05 118 | 05 568  | 06 019  | 06 469  | 06 920  | 12 | 04 216      | 04 667 | 05 118 | 05 568  | 06 019  | 06 469  | 06 920  |
| 13     | 42 403      | 42 867 | 43 331 | 43 794 | 44 258 | 44 721 | 45 185 | 13 | 06 920      | 07 370 | 07 821 | 08 271  | 08 721  | 09 172  | 09 622  | 13 | 06 920      | 07 370 | 07 821 | 08 271  | 08 721  | 09 172  | 09 622  | 13 | 06 920      | 07 370 | 07 821 | 08 271  | 08 721  | 09 172  | 09 622  |
| 14     | 45 185      | 45 648 | 46 112 | 46 575 | 47 038 | 47 502 | 47 965 | 14 | 09 622      | 10 072 | 10 522 | 10 972  | 11 423  | 11 873  | 12 323  | 14 | 09 622      | 10 072 | 10 522 | 10 972  | 11 423  | 11 873  | 12 323  | 14 | 09 622      | 10 072 | 10 522 | 10 972  | 11 423  | 11 873  | 12 323  |
| 15     | 1.32 47 965 | 48 428 | 48 891 | 49 355 | 49 818 | 50 281 | 50 744 | 15 | 1.34 12 323 | 12 773 | 13 223 | 13 673  | 14 123  | 14 572  | 15 022  | 15 | 1.34 12 323 | 12 773 | 13 223 | 13 673  | 14 123  | 14 572  | 15 022  | 15 | 1.34 12 323 | 12 773 | 13 223 | 13 673  | 14 123  | 14 572  | 15 022  |
| 16     | 50 744      | 51 207 | 51 670 | 52 133 | 52 595 | 53 058 | 53 521 | 16 | 15 022      | 15 472 | 15 922 | 16 372  | 16 821  | 17 271  | 17 721  | 16 | 15 022      | 15 472 | 15 922 | 16 372  | 16 821  | 17 271  | 17 721  | 16 | 15 022      | 15 472 | 15 922 | 16 372  | 16 821  | 17 271  | 17 721  |
| 17     | 53 521      | 53 984 | 54 447 | 54 909 | 55 372 | 55 834 | 56 297 | 17 | 17 721      | 18 170 | 18 620 | 19 069  | 19 519  | 19 968  | 20 418  | 17 | 17 721      | 18 170 | 18 620 | 19 069  | 19 519  | 19 968  | 20 418  | 17 | 17 721      | 18 170 | 18 620 | 19 069  | 19 519  | 19 968  | 20 418  |
| 18     | 56 297      | 56 760 | 57 222 | 57 684 | 58 147 | 58 609 | 59 072 | 18 | 20 418      | 20 867 | 21 316 | 21 766  | 22 215  | 22 664  | 23 113  | 18 | 20 418      | 20 867 | 21 316 | 21 766  | 22 215  | 22 664  | 23 113  | 18 | 20 418      | 20 867 | 21 316 | 21 766  | 22 215  | 22 664  | 23 113  |
| 19     | 59 072      | 59 534 | 59 996 | 60 458 | 60 921 | 61 383 | 61 845 | 19 | 23 113      | 23 563 | 24 012 | 24 461  | 24 910  | 25 359  | 25 808  | 19 | 23 113      | 23 563 | 24 012 | 24 461  | 24 910  | 25 359  | 25 808  | 19 | 23 113      | 23 563 | 24 012 | 24 461  | 24 910  | 25 359  | 25 808  |
| 20     | 1.32 61 845 | 62 307 | 62 769 | 63 231 | 63 693 | 64 155 | 64 617 | 20 | 1.34 25 808 | 26 257 | 26 706 | 27 155  | 27 604  | 28 053  | 28 501  | 20 | 1.34 25 808 | 26 257 | 26 706 | 27 155  | 27 604  | 28 053  | 28 501  | 20 | 1.34 25 808 | 26 257 | 26 706 | 27 155  | 27 604  | 28 053  | 28 501  |
| 21     | 64 617      | 65 079 | 65 540 | 66 002 | 66 464 | 66 926 | 67 387 | 21 | 28 501      | 28 950 | 29 399 | 29 847  | 30 296  | 30 745  | 31 193  | 21 | 28 501      | 28 950 | 29 399 | 29 847  | 30 296  | 30 745  | 31 193  | 21 | 28 501      | 28 950 | 29 399 | 29 847  | 30 296  | 30 745  | 31 193  |
| 22     | 67 387      | 67 849 | 68 310 | 68 772 | 69 234 | 69 695 | 70 156 | 22 | 31 193      | 31 642 | 32 090 | 32 539  | 32 987  | 33 435  | 33 884  | 22 | 31 193      | 31 642 | 32 090 | 32 539  | 32 987  | 33 435  | 33 884  | 22 | 31 193      | 31 642 | 32 090 | 32 539  | 32 987  | 33 435  | 33 884  |
| 23     | 70 156      | 70 618 | 71 079 | 71 540 | 72 002 | 72 463 | 72 924 | 23 | 33 884      | 34 332 | 34 781 | 35 229  | 35 677  | 36 125  | 36 574  | 23 | 33 884      | 34 332 | 34 781 | 35 229  | 35 677  | 36 125  | 36 574  | 23 | 33 884      | 34 332 | 34 781 | 35 229  | 35 677  | 36 125  | 36 574  |
| 24     | 72 924      | 73 385 | 73 847 | 74 308 | 74 769 | 75 230 | 75 691 | 24 | 36 574      | 37 022 | 37 470 | 37 918  | 38 366  | 38 814  | 39 262  | 24 | 36 574      | 37 022 | 37 470 | 37 918  | 38 366  | 38 814  | 39 262  | 24 | 36 574      | 37 022 | 37 470 | 37 918  | 38 366  | 38 814  | 39 262  |
| 25     | 1.32 75 691 | 76 152 | 76 613 | 77 073 | 77 534 | 77 995 | 78 456 | 25 | 1.34 39 262 | 39 710 | 40 158 | 40 605  | 41 053  | 41 501  | 41 949  | 25 | 1.34 39 262 | 39 710 | 40 158 | 40 605  | 41 053  | 41 501  | 41 949  | 25 | 1.34 39 262 | 39 710 | 40 158 | 40 605  | 41 053  | 41 501  | 41 949  |
| 26     | 78 456      | 78 916 | 79 377 | 79 838 | 80 298 | 80 759 | 81 219 | 26 | 41 949      | 42 397 | 42 844 | 43 292  | 43 739  | 44 187  | 44 635  | 26 | 41 949      | 42 397 | 42 844 | 43 292  | 43 739  | 44 187  | 44 635  | 26 | 41 949      | 42 397 | 42 844 | 43 292  | 43 739  | 44 187  | 44 635  |
| 27     | 81 219      | 81 680 | 82 140 | 82 601 | 83 061 | 83 522 | 83 982 | 27 | 44 635      | 45 082 | 45 530 | 45 977  | 46 424  | 46 872  | 47 319  | 27 | 44 635      | 45 082 | 45 530 | 45 977  | 46 424  | 46 872  | 47 319  | 27 | 44 635      | 45 082 | 45 530 | 45 977  | 46 424  | 46 872  | 47 319  |
| 28     | 83 982      | 84 442 | 84 902 | 85 363 | 85 823 | 86 283 | 86 743 | 28 | 47 319      | 47 766 | 48 214 | 48 661  | 49 108  | 49 555  | 50 002  | 28 | 47 319      | 47 766 | 48 214 | 48 661  | 49 108  | 49 555  | 50 002  | 28 | 47 319      | 47 766 | 48 214 | 48 661  | 49 108  | 49 555  | 50 002  |
| 29     | 86 743      | 87 203 | 87 663 | 88 123 | 88 583 | 89 043 | 89 503 | 29 | 50 002      | 50 449 | 50 896 | 51 343  | 51 790  | 52 237  | 52 684  | 29 | 50 002      | 50 449 | 50 896 | 51 343  | 51 790  | 52 237  | 52 684  | 29 | 50 002      | 50 449 | 50 896 | 51 343  | 51 790  | 52 237  | 52 684  |
| 30     | 1.32 89 503 | 89 962 | 90 422 | 90 882 | 91 342 | 91 801 | 92 261 | 30 | 1.34 52 684 | 53 131 | 53 578 | 54 025  | 54 472  | 54 918  | 55 365  | 30 | 1.34 52 684 | 53 131 | 53 578 | 54 025  | 54      |         |         |    |             |        |        |         |         |         |         |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |         |         |         |     |             |        |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 30°    |             |        |        |        |         |         |         | 31° |             |        |         |         |         |         |         |
| v      | o"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v   | o"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.35 32 572 | 33 013 | 33 454 | 33 895 | 34 335  | 34 776  | 35 216  | 0   | 1.36 89 152 | 89 582 | 90 011  | 90 440  | 90 869  | 91 298  | 91 727  |
| 1      | 35 216      | 35 657 | 36 098 | 36 538 | 36 979  | 37 419  | 37 859  | 1   | 91 727      | 92 156 | 92 585  | 93 014  | 93 443  | 93 872  | 94 301  |
| 2      | 37 859      | 38 300 | 38 740 | 39 180 | 39 621  | 40 061  | 40 501  | 2   | 94 301      | 94 730 | 95 159  | 95 588  | 96 016  | 96 445  | 96 874  |
| 3      | 40 501      | 40 941 | 41 381 | 41 822 | 42 262  | 42 702  | 43 142  | 3   | 96 874      | 97 303 | 97 731  | 98 160  | 98 588  | 99 017  | 99 445  |
| 4      | 43 142      | 43 582 | 44 022 | 44 462 | 44 901  | 45 341  | 45 781  | 4   | 99 445      | 99 874 | 100 302 | 100 731 | 101 159 | 101 588 | 102 016 |
| 5      | 1.35 45 781 | 46 221 | 46 661 | 47 100 | 47 540  | 47 980  | 48 419  | 5   | 1.37 02 016 | 02 444 | 02 873  | 03 301  | 03 729  | 04 157  | 04 585  |
| 6      | 48 419      | 48 859 | 49 298 | 49 738 | 50 177  | 50 617  | 51 056  | 6   | 04 585      | 05 013 | 05 442  | 05 870  | 06 298  | 06 726  | 07 154  |
| 7      | 51 056      | 51 496 | 51 935 | 52 374 | 52 814  | 53 253  | 53 692  | 7   | 07 154      | 07 582 | 08 009  | 08 437  | 08 865  | 09 293  | 09 721  |
| 8      | 53 692      | 54 131 | 54 570 | 55 009 | 55 449  | 55 888  | 56 327  | 8   | 09 721      | 10 149 | 10 576  | 11 004  | 11 432  | 11 859  | 12 287  |
| 9      | 56 327      | 56 766 | 57 205 | 57 643 | 58 082  | 58 521  | 58 960  | 9   | 12 287      | 12 714 | 13 142  | 13 569  | 13 997  | 14 424  | 14 852  |
| 10     | 1.35 58 960 | 59 399 | 59 838 | 60 276 | 60 715  | 61 154  | 61 592  | 10  | 1.37 14 852 | 15 279 | 15 707  | 16 134  | 16 561  | 16 988  | 17 416  |
| 11     | 61 592      | 62 031 | 62 469 | 62 908 | 63 346  | 63 785  | 64 223  | 11  | 17 416      | 17 843 | 18 270  | 18 697  | 19 124  | 19 551  | 19 978  |
| 12     | 64 223      | 64 662 | 65 100 | 65 538 | 65 977  | 66 415  | 66 853  | 12  | 19 978      | 20 405 | 20 832  | 21 259  | 21 686  | 22 113  | 22 540  |
| 13     | 66 853      | 67 291 | 67 730 | 68 168 | 68 606  | 69 044  | 69 482  | 13  | 22 540      | 22 967 | 23 394  | 23 821  | 24 247  | 24 674  | 25 101  |
| 14     | 69 482      | 69 920 | 70 358 | 70 796 | 71 234  | 71 672  | 72 109  | 14  | 25 101      | 25 527 | 25 954  | 26 381  | 26 807  | 27 234  | 27 660  |
| 15     | 1.35 72 109 | 72 547 | 72 985 | 73 423 | 73 860  | 74 298  | 74 736  | 15  | 1.37 27 660 | 28 087 | 28 513  | 28 940  | 29 366  | 29 792  | 30 219  |
| 16     | 74 736      | 75 173 | 75 611 | 76 048 | 76 486  | 76 923  | 77 361  | 16  | 30 219      | 30 645 | 31 071  | 31 497  | 31 924  | 32 350  | 32 776  |
| 17     | 77 361      | 77 798 | 78 236 | 78 673 | 79 110  | 79 548  | 79 985  | 17  | 32 776      | 33 202 | 33 628  | 34 054  | 34 480  | 34 906  | 35 332  |
| 18     | 79 985      | 80 422 | 80 859 | 81 296 | 81 733  | 82 170  | 82 608  | 18  | 35 332      | 35 758 | 36 184  | 36 610  | 37 036  | 37 462  | 37 887  |
| 19     | 82 608      | 83 045 | 83 482 | 83 919 | 84 356  | 84 792  | 85 229  | 19  | 37 887      | 38 313 | 38 739  | 39 164  | 39 590  | 40 016  | 40 441  |
| 20     | 1.35 85 229 | 85 666 | 86 103 | 86 540 | 86 976  | 87 413  | 87 850  | 20  | 1.37 40 441 | 40 867 | 41 292  | 41 718  | 42 143  | 42 569  | 42 994  |
| 21     | 87 850      | 88 286 | 88 723 | 89 160 | 89 596  | 90 033  | 90 469  | 21  | 42 994      | 43 420 | 43 845  | 44 270  | 44 696  | 45 121  | 45 546  |
| 22     | 90 469      | 90 906 | 91 342 | 91 778 | 92 215  | 92 651  | 93 087  | 22  | 45 546      | 45 971 | 46 397  | 46 822  | 47 247  | 47 672  | 48 097  |
| 23     | 93 087      | 93 524 | 93 960 | 94 396 | 94 832  | 95 268  | 95 704  | 23  | 48 097      | 48 522 | 48 947  | 49 372  | 49 797  | 50 222  | 50 647  |
| 24     | 95 704      | 96 140 | 96 576 | 97 012 | 97 448  | 97 884  | 98 320  | 24  | 50 647      | 51 072 | 51 496  | 51 921  | 52 346  | 52 771  | 53 195  |
| 25     | 1.35 98 320 | 98 757 | 99 192 | 99 628 | 100 063 | 100 499 | 100 935 | 25  | 1.37 53 195 | 53 620 | 54 045  | 54 469  | 54 894  | 55 318  | 55 743  |
| 26     | 1.36 00 935 | 01 370 | 01 806 | 02 242 | 02 677  | 03 113  | 03 548  | 26  | 55 743      | 56 167 | 56 592  | 57 016  | 57 441  | 57 865  | 58 289  |
| 27     | 03 548      | 03 984 | 04 419 | 04 855 | 05 290  | 05 725  | 06 161  | 27  | 58 289      | 58 714 | 59 138  | 59 562  | 59 986  | 60 411  | 60 835  |
| 28     | 06 161      | 06 596 | 07 031 | 07 466 | 07 901  | 08 337  | 08 772  | 28  | 60 835      | 61 259 | 61 683  | 62 107  | 62 531  | 62 955  | 63 379  |
| 29     | 08 772      | 09 207 | 09 642 | 10 077 | 10 512  | 10 947  | 11 382  | 29  | 63 379      | 63 803 | 64 227  | 64 651  | 65 075  | 65 499  | 65 922  |
| 30     | 1.36 11 382 | 11 817 | 12 252 | 12 686 | 13 121  | 13 556  | 13 991  | 30  | 1.37 65 922 | 66 346 | 66 770  | 67 194  | 67 617  | 68 041  | 68 465  |
| 31     | 13 991      | 14 425 | 14 860 | 15 295 | 15 729  | 16 164  | 16 598  | 31  | 68 465      | 68 888 | 69 312  | 69 735  | 70 159  | 70 582  | 71 006  |
| 32     | 16 598      | 17 033 | 17 467 | 17 902 | 18 336  | 18 771  | 19 205  | 32  | 71 006      | 71 429 | 71 853  | 72 276  | 72 699  | 73 123  | 73 546  |
| 33     | 19 205      | 19 639 | 20 074 | 20 508 | 20 942  | 21 376  | 21 810  | 33  | 73 546      | 73 969 | 74 392  | 74 815  | 75 239  | 75 662  | 76 085  |
| 34     | 21 810      | 22 245 | 22 679 | 23 113 | 23 547  | 23 981  | 24 415  | 34  | 76 085      | 76 508 | 76 931  | 77 354  | 77 777  | 78 200  | 78 623  |
| 35     | 1.36 24 415 | 24 849 | 25 282 | 25 716 | 26 150  | 26 584  | 27 018  | 35  | 1.37 78 623 | 79 046 | 79 468  | 79 891  | 80 314  | 80 737  | 81 160  |
| 36     | 27 018      | 27 452 | 27 885 | 28 319 | 28 753  | 29 186  | 29 620  | 36  | 81 160      | 81 582 | 82 005  | 82 428  | 82 850  | 83 273  | 83 695  |
| 37     | 29 620      | 30 053 | 30 487 | 30 920 | 31 354  | 31 787  | 32 221  | 37  | 83 695      | 84 118 | 84 540  | 84 963  | 85 385  | 85 808  | 86 230  |
| 38     | 32 221      | 32 654 | 33 087 | 33 521 | 33 954  | 34 387  | 34 820  | 38  | 86 230      | 86 652 | 87 075  | 87 497  | 87 919  | 88 342  | 88 764  |
| 39     | 34 820      | 35 253 | 35 687 | 36 120 | 36 553  | 36 986  | 37 419  | 39  | 88 764      | 89 186 | 89 608  | 90 030  | 90 452  | 90 874  | 91 296  |
| 40     | 1.36 37 419 | 37 852 | 38 285 | 38 718 | 39 151  | 39 583  | 40 016  | 40  | 1.37 91 296 | 91 718 | 92 140  | 92 562  | 92 984  | 93 406  | 93 828  |
| 41     | 40 016      | 40 449 | 40 882 | 41 315 | 41 747  | 42 180  | 42 613  | 41  | 93 828      | 94 250 | 94 671  | 95 093  | 95 515  | 95 937  | 96 358  |
| 42     | 42 613      | 43 045 | 43 478 | 43 910 | 44 343  | 44 775  | 45 208  | 42  | 96 358      | 96 780 | 97 202  | 97 623  | 98 045  | 98 466  | 98 888  |
| 43     | 45 208      | 45 640 | 46 072 | 46 505 | 46 937  | 47 369  | 47 802  | 43  | 98 888      | 99 309 | 99 731  | 100 152 | 100 573 | 100 995 | 101 416 |
| 44     | 47 802      | 48 234 | 48 666 | 49 098 | 49 530  | 49 962  | 50 395  | 44  | 1.38 01 416 | 01 837 | 02 259  | 02 680  | 03 101  | 03 522  | 03 943  |
| 45     | 1.36 50 395 | 50 827 | 51 259 | 51 691 | 52 123  | 52 554  | 52 986  | 45  | 1.38 03 943 | 04 365 | 04 786  | 05 207  | 05 628  | 06 049  | 06 470  |
| 46     | 52 986      | 53 418 | 53 850 | 54 282 | 54 713  | 55 145  | 55 577  | 46  | 06 470      | 06 891 | 07 312  | 07 733  | 08 153  | 08 574  | 08 995  |
| 47     | 55 577      | 56 009 | 56 440 | 56 872 | 57 303  | 57 735  | 58 166  | 47  | 08 995      | 09 416 | 09 836  | 10 257  | 10 678  | 11 099  | 11 519  |
| 48     | 58 166      | 58 598 | 59 029 | 59 461 | 59 892  | 60 323  | 60 755  | 48  | 11 519      | 11 940 | 12 360  | 12 781  | 13 201  | 13 622  | 14 042  |
| 49     | 60 755      | 61 186 | 61 617 | 62 048 | 62 480  | 62 911  | 63 342  | 49  | 14 042      | 14 463 | 14 883  | 15 303  | 15 724  | 16 144  | 16 564  |
| 50     | 1.36 63 342 | 63 773 | 64 204 | 64 635 | 65 066  | 65 497  | 65 928  | 50  | 1.38 16 564 | 16 985 | 17 405  | 17 825  | 18 245  | 18 665  | 19 085  |
| 51     | 65 928      | 66 359 | 66 790 | 67 221 | 67 651  | 68 082  | 68 513  | 51  | 19 085      | 19 505 | 19 925  | 20 345  | 20 765  | 21 185  | 21 605  |
| 52     | 68 513      | 68 944 | 69 374 | 69 805 | 70 236  | 70 666  | 71 097  | 52  | 21 605      | 22 025 | 22 445  | 22 865  | 23 285  | 23 705  | 24 124  |
| 53     | 71 097      | 71 527 | 71 958 | 72 388 | 72 819  | 73 249  | 73 680  | 53  | 24 124      | 24 544 | 24 964  | 25 383  | 25 803  | 26 223  | 26 642  |
| 54     | 73 680      | 74 110 | 74 540 | 74 971 | 75 401  | 75 831  | 76 261  | 54  | 26 642      | 27 062 | 27 481  | 27 901  | 28 320  | 28 740  | 29 159  |
| 55     | 1.36 76 261 | 76 691 | 77 121 | 77 552 | 77 982  | 78 412  | 78 842  | 55  | 1.38 29 159 | 29 578 | 29 998  | 30 417  | 30 836  | 31 256  | 31 675  |
| 56     | 78 842      | 79 272 | 79 702 | 80 132 | 80 561  | 80 991  | 81 421  | 56  | 31 675      | 32 094 | 32 513  | 32 932  | 33 352  | 33 771  | 34 190  |
| 57     | 81 421      | 81 851 | 82 281 | 82 710 | 83 140  | 83 570  | 83 999  | 57  | 34 190      | 34 609 | 35 028  | 35 447  | 35 866  | 36 285  | 36 703  |
| 58     | 83 999      | 84 429 | 84 858 | 85 288 | 85 718  | 86 147  | 86 576  | 58  | 36 703      | 37 122 | 37 541  | 37 960  | 38 379  | 38 797  | 39 216  |
| 59     | 86 576      | 87 006 | 87 435 | 87 865 | 88 294  | 88 723  | 89 152  | 59  | 39 216      | 39 635 | 40 054  | 40 472  | 40 891  | 41 309  | 41 728  |

|   | 441   | 440   | 439   | 438   | 437   | 436   | 435   | 434   | 433   | 432   | 431   | 430   | 429   | 428   | 427   | 426   | 425   | 424   | 423   | 422   | 421   | 420   | 419   | 418   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 44.1  | 44.0  | 43.9  | 43.8  | 43.7  | 43.6  | 43.5  | 43.4  | 43.3  | 43.2  | 43.1  | 43.0  | 42.9  | 42.8  | 42.7  | 42.6  | 42.5  | 42.4  | 42.3  | 42.2  | 42.1  | 42.0  | 41.9  | 41.8  | 1 |
| 2 | 88.2  | 88.0  | 87.8  | 87.6  | 87.4  | 87.2  | 87.0  | 86.8  | 86.6  | 86.4  | 86.2  | 86.0  | 85.8  | 85.6  | 85.4  | 85.2  | 85.0  | 84.8  | 84.6  | 84.4  | 84.2  | 84.0  | 83.8  | 83.6  | 2 |
| 3 | 132.3 | 132.0 | 131.7 | 131.4 | 131.1 | 130.8 | 130.5 | 130.2 | 129.9 | 129.6 | 129.3 | 129.0 | 128.7 | 128.4 | 128.1 | 127.8 | 127.5 | 127.2 | 126.9 | 126.6 | 126.3 | 126.0 | 125.7 | 125.4 | 3 |
| 4 | 176.4 | 176.0 | 175.6 | 175.2 | 174.8 | 174.4 | 174.0 | 173.6 | 173.2 | 172.8 | 172.4 | 172.0 | 171.6 | 171.2 | 170.8 | 170.4 | 170.0 | 169.6 | 169.2 | 168.8 | 168.4 | 168.0 | 167.6 | 167.2 | 4 |
| 5 | 220.5 | 220.0 | 219.5 | 219.0 | 218.5 | 218.0 | 217.5 | 217.0 | 216.5 | 216.0 | 215.5 | 215.0 | 214.5 | 214.0 | 213.5 | 213.0 | 212.5 | 212.0 | 211.5 | 211.0 | 210.5 | 210.0 | 209.5 | 209.0 | 5 |
| 6 | 264.6 | 264.0 | 263.4 | 262.8 | 262.2 | 261.6 | 261.0 | 260.4 | 259.8 | 259.2 | 258.6 | 258.0 | 257.4 | 256.8 | 256.2 | 255.6 | 255.0 | 254.4 | 253.8 | 253.2 | 252.6 | 252.0 | 251.4 | 250.8 | 6 |
| 7 | 308.7 | 308.0 | 307.3 | 306.6 | 305.9 | 305.2 | 304.5 | 303.8 | 303.1 | 302.4 | 301.7 | 301.0 | 300.3 | 299.6 | 298.9 | 298.2 | 297.5 | 296.8 | 296.1 | 295.4 | 294.7 | 294.0 | 293.3 | 292.6 | 7 |
| 8 | 352.8 | 352.0 | 351.2 | 350.4 | 349.6 | 348.8 | 348.0 | 347.2 | 346.4 | 345.6 | 344.8 | 344.0 | 343.2 | 342.4 | 341.6 | 340.8 | 340.0 | 339.2 | 338.4 | 337.6 | 336.8 | 336.0 | 335.2 | 334.4 | 8 |
| 9 | 396.9 | 396.0 | 395.1 | 394.2 | 393.3 | 392.4 | 391.5 | 390.6 | 389.7 | 388.8 | 387.9 | 387.0 | 386.1 | 385.2 | 384.3 | 383.4 | 382.5 | 381.6 | 380.7 | 379.8 | 378.9 | 378.0 | 377.1 | 376.2 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |         |         |         |         |         |     |             |         |         |         |         |         |         |  |
|--------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| 32°    |             |        |         |         |         |         |         | 33° |             |         |         |         |         |         |         |  |
|        | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |     | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |  |
| 0'     | 1.38 41 728 | 42 146 | 42 565  | 42 983  | 43 402  | 43 820  | 44 238  | 0'  | 1.39 90 582 | 90 991  | 91 399  | 91 808  | 92 216  | 92 625  | 93 033  |  |
| 1      | 44 238      | 44 657 | 45 075  | 45 493  | 45 912  | 46 330  | 46 748  | 1   | 93 033      | 93 441  | 93 850  | 94 258  | 94 666  | 95 075  | 95 483  |  |
| 2      | 46 748      | 47 166 | 47 584  | 48 003  | 48 421  | 48 839  | 49 257  | 2   | 95 483      | 95 891  | 96 299  | 96 707  | 97 116  | 97 524  | 97 932  |  |
| 3      | 49 257      | 49 675 | 50 093  | 50 511  | 50 929  | 51 346  | 51 764  | 3   | 97 932      | 98 340  | 98 748  | 99 156  | 99 564  | 99 972  | 100 380 |  |
| 4      | 51 764      | 52 182 | 52 600  | 53 018  | 53 435  | 53 853  | 54 271  | 4   | 1.40 00 380 | 00 788  | 01 196  | 01 604  | 02 011  | 02 419  | 02 827  |  |
| 5      | 1.38 54 271 | 54 688 | 55 106  | 55 524  | 55 941  | 56 359  | 56 776  | 5   | 1.40 02 827 | 03 235  | 03 642  | 04 050  | 04 458  | 04 865  | 05 273  |  |
| 6      | 56 776      | 57 194 | 57 611  | 58 029  | 58 446  | 58 863  | 59 281  | 6   | 05 273      | 05 681  | 06 088  | 06 496  | 06 903  | 07 311  | 07 718  |  |
| 7      | 59 281      | 59 698 | 60 115  | 60 533  | 60 950  | 61 367  | 61 784  | 7   | 07 718      | 08 126  | 08 533  | 08 940  | 09 348  | 09 755  | 10 162  |  |
| 8      | 61 784      | 62 201 | 62 618  | 63 036  | 63 453  | 63 870  | 64 287  | 8   | 10 162      | 10 570  | 10 977  | 11 384  | 11 791  | 12 198  | 12 606  |  |
| 9      | 64 287      | 64 704 | 65 121  | 65 537  | 65 954  | 66 371  | 66 788  | 9   | 12 606      | 13 013  | 13 420  | 13 827  | 14 234  | 14 641  | 15 048  |  |
| 10     | 1.38 66 788 | 67 205 | 67 622  | 68 038  | 68 455  | 68 872  | 69 288  | 10  | 1.40 15 048 | 15 455  | 15 862  | 16 269  | 16 676  | 17 082  | 17 489  |  |
| 11     | 69 288      | 69 705 | 70 122  | 70 538  | 70 955  | 71 371  | 71 788  | 11  | 17 489      | 17 896  | 18 303  | 18 710  | 19 116  | 19 523  | 19 930  |  |
| 12     | 71 788      | 72 204 | 72 621  | 73 037  | 73 453  | 73 870  | 74 286  | 12  | 19 930      | 20 336  | 20 743  | 21 149  | 21 556  | 21 963  | 22 369  |  |
| 13     | 74 286      | 74 702 | 75 119  | 75 535  | 75 951  | 76 367  | 76 783  | 13  | 22 369      | 22 775  | 23 182  | 23 588  | 23 995  | 24 401  | 24 808  |  |
| 14     | 76 783      | 77 200 | 77 616  | 78 032  | 78 448  | 78 864  | 79 280  | 14  | 24 808      | 25 214  | 25 620  | 26 026  | 26 433  | 26 839  | 27 245  |  |
| 15     | 1.38 79 280 | 79 696 | 80 112  | 80 528  | 80 943  | 81 359  | 81 775  | 15  | 1.40 27 245 | 27 651  | 28 057  | 28 463  | 28 870  | 29 276  | 29 682  |  |
| 16     | 81 775      | 82 191 | 82 607  | 83 022  | 83 438  | 83 854  | 84 269  | 16  | 29 682      | 30 088  | 30 494  | 30 900  | 31 306  | 31 711  | 32 117  |  |
| 17     | 84 269      | 84 685 | 85 101  | 85 516  | 85 932  | 86 347  | 86 763  | 17  | 32 117      | 32 523  | 32 929  | 33 335  | 33 741  | 34 146  | 34 552  |  |
| 18     | 86 763      | 87 178 | 87 593  | 88 009  | 88 424  | 88 840  | 89 255  | 18  | 34 552      | 34 958  | 35 363  | 35 769  | 36 175  | 36 580  | 36 986  |  |
| 19     | 89 255      | 89 670 | 90 085  | 90 501  | 90 916  | 91 331  | 91 746  | 19  | 36 986      | 37 391  | 37 797  | 38 202  | 38 608  | 39 013  | 39 419  |  |
| 20     | 1.38 91 746 | 92 161 | 92 576  | 92 991  | 93 406  | 93 821  | 94 236  | 20  | 1.40 39 419 | 39 824  | 40 229  | 40 635  | 41 040  | 41 445  | 41 851  |  |
| 21     | 94 236      | 94 651 | 95 066  | 95 481  | 95 896  | 96 311  | 96 726  | 21  | 41 851      | 42 256  | 42 661  | 43 066  | 43 471  | 43 876  | 44 282  |  |
| 22     | 96 726      | 97 140 | 97 555  | 97 970  | 98 385  | 98 799  | 99 214  | 22  | 44 282      | 44 687  | 45 092  | 45 497  | 45 902  | 46 307  | 46 712  |  |
| 23     | 99 214      | 99 628 | 100 043 | 100 458 | 100 872 | 101 287 | 101 701 | 23  | 46 712      | 47 116  | 47 521  | 47 926  | 48 331  | 48 736  | 49 141  |  |
| 24     | 1.39 01 701 | 02 115 | 02 530  | 02 944  | 03 359  | 03 773  | 04 187  | 24  | 49 141      | 49 545  | 49 950  | 50 355  | 50 759  | 51 164  | 51 569  |  |
| 25     | 1.39 04 187 | 04 602 | 05 016  | 05 430  | 05 844  | 06 258  | 06 673  | 25  | 1.40 51 569 | 51 973  | 52 378  | 52 782  | 53 187  | 53 592  | 53 996  |  |
| 26     | 06 673      | 07 087 | 07 501  | 07 915  | 08 329  | 08 743  | 09 157  | 26  | 53 996      | 54 400  | 54 805  | 55 209  | 55 614  | 56 018  | 56 422  |  |
| 27     | 09 157      | 09 571 | 09 985  | 10 398  | 10 812  | 11 226  | 11 640  | 27  | 56 422      | 56 827  | 57 231  | 57 635  | 58 039  | 58 443  | 58 848  |  |
| 28     | 11 640      | 12 054 | 12 467  | 12 881  | 13 295  | 13 709  | 14 122  | 28  | 58 848      | 59 252  | 59 656  | 60 060  | 60 464  | 60 868  | 61 272  |  |
| 29     | 14 122      | 14 536 | 14 949  | 15 363  | 15 776  | 16 190  | 16 603  | 29  | 61 272      | 61 676  | 62 080  | 62 484  | 62 888  | 63 292  | 63 696  |  |
| 30     | 1.39 16 603 | 17 017 | 17 430  | 17 844  | 18 257  | 18 670  | 19 084  | 30  | 1.40 63 696 | 64 099  | 64 503  | 64 907  | 65 311  | 65 714  | 66 118  |  |
| 31     | 19 084      | 19 497 | 19 910  | 20 323  | 20 737  | 21 150  | 21 563  | 31  | 66 118      | 66 522  | 66 925  | 67 329  | 67 733  | 68 136  | 68 540  |  |
| 32     | 21 563      | 21 976 | 22 389  | 22 802  | 23 215  | 23 628  | 24 041  | 32  | 68 540      | 68 943  | 69 347  | 69 750  | 70 154  | 70 557  | 70 961  |  |
| 33     | 24 041      | 24 454 | 24 867  | 25 280  | 25 693  | 26 106  | 26 518  | 33  | 70 961      | 71 364  | 71 767  | 72 171  | 72 574  | 72 977  | 73 380  |  |
| 34     | 26 518      | 26 931 | 27 344  | 27 757  | 28 169  | 28 582  | 28 995  | 34  | 73 380      | 73 784  | 74 187  | 74 590  | 74 993  | 75 396  | 75 799  |  |
| 35     | 1.39 28 995 | 29 407 | 29 820  | 30 232  | 30 645  | 31 057  | 31 470  | 35  | 1.40 75 799 | 76 202  | 76 605  | 77 008  | 77 411  | 77 814  | 78 217  |  |
| 36     | 31 470      | 31 882 | 32 295  | 32 707  | 33 119  | 33 532  | 33 944  | 36  | 78 217      | 78 620  | 79 023  | 79 426  | 79 829  | 80 231  | 80 634  |  |
| 37     | 33 944      | 34 356 | 34 769  | 35 181  | 35 593  | 36 005  | 36 417  | 37  | 80 634      | 81 037  | 81 440  | 81 842  | 82 245  | 82 648  | 83 050  |  |
| 38     | 36 417      | 36 830 | 37 242  | 37 654  | 38 066  | 38 478  | 38 890  | 38  | 83 050      | 83 453  | 83 855  | 84 258  | 84 660  | 85 063  | 85 465  |  |
| 39     | 38 890      | 39 302 | 39 714  | 40 125  | 40 537  | 40 949  | 41 361  | 39  | 85 465      | 85 868  | 86 270  | 86 673  | 87 075  | 87 477  | 87 880  |  |
| 40     | 1.39 41 361 | 41 773 | 42 185  | 42 596  | 43 008  | 43 420  | 43 831  | 40  | 1.40 87 880 | 88 282  | 88 684  | 89 087  | 89 489  | 89 891  | 90 293  |  |
| 41     | 43 831      | 44 243 | 44 655  | 45 066  | 45 478  | 45 889  | 46 301  | 41  | 90 293      | 90 695  | 91 097  | 91 499  | 91 901  | 92 304  | 92 706  |  |
| 42     | 46 301      | 46 712 | 47 124  | 47 535  | 47 946  | 48 358  | 48 769  | 42  | 92 706      | 93 108  | 93 509  | 93 911  | 94 313  | 94 715  | 95 117  |  |
| 43     | 48 769      | 49 180 | 49 592  | 50 003  | 50 414  | 50 825  | 51 236  | 43  | 95 117      | 95 519  | 95 921  | 96 322  | 96 724  | 97 126  | 97 528  |  |
| 44     | 51 236      | 51 648 | 52 059  | 52 470  | 52 881  | 53 292  | 53 703  | 44  | 97 528      | 97 929  | 98 331  | 98 733  | 99 134  | 99 536  | 99 937  |  |
| 45     | 1.39 53 703 | 54 114 | 54 525  | 54 936  | 55 347  | 55 757  | 56 168  | 45  | 1.40 99 937 | 100 339 | 100 740 | 101 142 | 101 543 | 101 945 | 102 346 |  |
| 46     | 56 168      | 56 579 | 56 990  | 57 401  | 57 811  | 58 222  | 58 633  | 46  | 1.41 02 346 | 02 748  | 03 149  | 03 550  | 03 952  | 04 353  | 04 754  |  |
| 47     | 58 633      | 59 043 | 59 454  | 59 865  | 60 275  | 60 686  | 61 096  | 47  | 04 754      | 05 155  | 05 556  | 05 958  | 06 359  | 06 760  | 07 161  |  |
| 48     | 61 096      | 61 507 | 61 917  | 62 328  | 62 738  | 63 148  | 63 559  | 48  | 07 161      | 07 562  | 07 963  | 08 364  | 08 765  | 09 166  | 09 567  |  |
| 49     | 63 559      | 63 969 | 64 379  | 64 790  | 65 200  | 65 610  | 66 020  | 49  | 09 567      | 09 968  | 10 369  | 10 770  | 11 171  | 11 571  | 11 972  |  |
| 50     | 1.39 66 020 | 66 430 | 66 840  | 67 251  | 67 661  | 68 071  | 68 481  | 50  | 1.41 11 972 | 12 373  | 12 774  | 13 174  | 13 575  | 13 976  | 14 376  |  |
| 51     | 68 481      | 68 891 | 69 301  | 69 711  | 70 121  | 70 530  | 70 940  | 51  | 14 376      | 14 777  | 15 178  | 15 578  | 15 979  | 16 379  | 16 780  |  |
| 52     | 70 940      | 71 350 | 71 760  | 72 170  | 72 579  | 72 989  | 73 399  | 52  | 16 780      | 17 180  | 17 581  | 17 981  | 18 382  | 18 782  | 19 182  |  |
| 53     | 73 399      | 73 809 | 74 218  | 74 628  | 75 037  | 75 447  | 75 857  | 53  | 19 182      | 19 583  | 19 983  | 20 383  | 20 783  | 21 184  | 21 584  |  |
| 54     | 75 857      | 76 266 | 76 676  | 77 085  | 77 494  | 77 904  | 78 313  | 54  | 21 584      | 21 984  | 22 384  | 22 784  | 23 184  | 23 584  | 23 984  |  |
| 55     | 1.39 78 313 | 78 723 | 79 132  | 79 541  | 79 950  | 80 360  | 80 769  | 55  | 1.41 23 984 | 24 384  | 24 784  | 25 184  | 25 584  | 25 984  | 26 384  |  |
| 56     | 80 769      | 81 178 | 81 587  | 81 996  | 82 406  | 82 815  | 83 224  | 56  | 26 384      | 26 784  | 27 184  | 27 584  | 27 983  | 28 383  | 28 783  |  |
| 57     | 83 224      | 83 633 | 84 042  | 84 451  | 84 860  | 85 269  | 85 677  | 57  | 28 783      | 29 183  | 29 582  | 29 982  | 30 382  | 30 781  | 31 181  |  |
| 58     | 85 677      | 86 086 | 86 495  | 86 904  | 87 313  | 87 722  | 88 130  | 58  | 31 181      | 31 580  | 31 980  | 32 380  | 32 779  | 33 179  | 33 578  |  |
| 59     | 88 130      | 88 539 | 88 948  | 89 356  | 89 765  | 90 174  | 90 582  | 59  | 33 578      | 33 977  | 34 377  | 34 776  | 35 175  | 35 575  | 35 974  |  |

|   | 419   | 418   | 417   | 416   | 415   | 414   | 413   | 412   | 411   | 410   | 409   | 408   | 407   | 406   | 405   | 404   | 403   | 402   | 401   | 400   | 399   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 41.0  | 41.8  | 41.7  | 41.6  | 41.5  | 41.4  | 41.3  | 41.2  | 41.1  | 41.0  | 40.9  | 40.8  | 40.7  | 40.6  | 40.5  | 40.4  | 40.3  | 40.2  | 40.1  | 40.0  | 39.9  | 1 |
| 2 | 83.8  | 83.6  | 83.4  | 83.2  | 83.0  | 82.8  | 82.6  | 82.4  | 82.2  | 82.0  | 81.8  | 81.6  | 81.4  | 81.2  | 81.0  | 80.8  | 80.6  | 80.4  | 80.2  | 80.0  | 79.8  | 2 |
| 3 | 125.7 | 125.4 | 125.1 | 124.8 | 124.5 | 124.2 | 123.9 | 123.6 | 123.3 | 123.0 | 122.7 | 122.4 | 122.1 | 121.8 | 121.5 | 121.2 | 120.9 | 120.6 | 120.3 | 120.0 | 119.7 | 3 |
| 4 | 167.6 | 167.3 | 166.8 | 166.4 | 166.0 | 165.6 | 165.2 | 164.8 | 164.4 | 164.0 | 163.6 | 163.2 | 162.8 | 162.4 | 162.0 | 161.6 | 161.2 | 160.8 | 160.4 | 160.0 | 159.6 | 4 |
| 5 | 209.5 | 209.0 | 208.5 | 208.0 | 207.5 | 207.0 | 206.5 | 206.0 | 205.5 | 205.0 | 204.5 | 204.0 | 203.5 | 203.0 | 202.5 | 202.0 | 201.5 | 201.0 | 200.5 | 200.0 | 199.5 | 5 |
| 6 | 251.4 | 250.8 | 250.3 | 249.6 | 249.0 | 248.4 | 247.8 | 247.2 | 246.6 | 246.0 | 245.4 | 244.8 | 244.2 | 243.6 | 243.0 | 242.4 | 241.8 | 241.2 | 240.6 | 240.0 | 239.4 | 6 |
| 7 | 293.3 | 292.6 | 291.9 | 291.2 | 290.5 | 289.8 | 289.1 | 288.4 | 287.7 | 287.0 | 286.3 | 285.6 | 284.9 | 284.2 | 283.5 | 282.8 | 282.1 | 281.4 | 280.7 | 280.0 | 279.3 | 7 |
| 8 | 335.2 | 334.4 | 333.6 | 332.8 | 332.0 | 331.2 | 330.4 | 329.6 | 328.8 | 328.0 | 327.2 | 326.4 | 325.6 | 324.8 | 324.0 | 323.2 | 322.4 | 321.6 | 320.8 | 320.0 | 319.2 | 8 |
| 9 | 377.1 | 376.8 | 375.3 | 374.4 | 373.5 | 372.6 | 371.7 | 370.8 | 369.9 | 369.0 | 368.1 | 367.2 | 366.3 | 365.4 | 364.5 | 363.6 | 362.7 | 361.8 | 360.9 | 360.0 | 359.1 | 9 |



Tafel IV.

log M.

| 34° |             |        |        |        |        |        |         | 35° |             |        |        |         |         |         |         |
|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0   | 1.41 35 974 | 36 373 | 36 773 | 37 172 | 37 571 | 37 970 | 38 369  | 0   | 1.42 78 141 | 78 532 | 78 922 | 79 313  | 79 703  | 80 094  | 80 484  |
| 1   | 38 369      | 38 768 | 39 168 | 39 567 | 39 966 | 40 365 | 40 764  | 1   | 80 484      | 80 875 | 81 265 | 81 656  | 82 046  | 82 437  | 82 827  |
| 2   | 40 764      | 41 163 | 41 562 | 41 961 | 42 359 | 42 758 | 43 157  | 2   | 82 827      | 83 217 | 83 608 | 83 998  | 84 388  | 84 778  | 85 169  |
| 3   | 43 157      | 43 556 | 43 955 | 44 354 | 44 752 | 45 151 | 45 550  | 3   | 85 169      | 85 559 | 85 949 | 86 339  | 86 729  | 87 119  | 87 510  |
| 4   | 45 550      | 45 948 | 46 347 | 46 746 | 47 144 | 47 543 | 47 941  | 4   | 87 510      | 87 900 | 88 290 | 88 680  | 89 070  | 89 460  | 89 850  |
| 5   | 1.41 47 941 | 48 340 | 48 738 | 49 137 | 49 535 | 49 934 | 50 332  | 5   | 1.42 89 850 | 90 240 | 90 629 | 91 019  | 91 409  | 91 799  | 92 189  |
| 6   | 50 332      | 50 731 | 51 129 | 51 527 | 51 926 | 52 324 | 52 722  | 6   | 92 189      | 92 579 | 92 968 | 93 358  | 93 748  | 94 138  | 94 527  |
| 7   | 52 722      | 53 120 | 53 519 | 53 917 | 54 315 | 54 713 | 55 111  | 7   | 94 527      | 94 917 | 95 307 | 95 696  | 96 086  | 96 475  | 96 865  |
| 8   | 55 111      | 55 509 | 55 907 | 56 305 | 56 703 | 57 101 | 57 499  | 8   | 96 865      | 97 254 | 97 644 | 98 033  | 98 423  | 98 812  | 99 202  |
| 9   | 57 499      | 57 897 | 58 295 | 58 693 | 59 091 | 59 489 | 59 886  | 9   | 99 202      | 99 591 | 99 980 | 100 370 | 100 759 | 101 148 | 101 537 |
| 10  | 1.41 59 886 | 60 284 | 60 682 | 61 080 | 61 477 | 61 875 | 62 273  | 10  | 1.43 01 537 | 01 927 | 02 316 | 02 705  | 03 094  | 03 483  | 03 873  |
| 11  | 62 273      | 62 670 | 63 068 | 63 466 | 63 863 | 64 261 | 64 658  | 11  | 03 873      | 04 262 | 04 651 | 05 040  | 05 429  | 05 818  | 06 207  |
| 12  | 64 658      | 65 056 | 65 453 | 65 851 | 66 248 | 66 645 | 67 043  | 12  | 06 207      | 06 596 | 06 985 | 07 374  | 07 763  | 08 151  | 08 540  |
| 13  | 67 043      | 67 440 | 67 838 | 68 235 | 68 632 | 69 029 | 69 427  | 13  | 08 540      | 08 929 | 09 318 | 09 707  | 10 095  | 10 484  | 10 873  |
| 14  | 69 427      | 69 824 | 70 221 | 70 618 | 71 015 | 71 412 | 71 809  | 14  | 10 873      | 11 262 | 11 650 | 12 039  | 12 428  | 12 816  | 13 205  |
| 15  | 1.41 71 809 | 72 206 | 72 603 | 73 000 | 73 397 | 73 794 | 74 191  | 15  | 1.43 13 205 | 13 593 | 13 982 | 14 370  | 14 759  | 15 147  | 15 536  |
| 16  | 74 191      | 74 588 | 74 985 | 75 382 | 75 779 | 76 176 | 76 572  | 16  | 15 536      | 15 924 | 16 313 | 16 701  | 17 089  | 17 478  | 17 866  |
| 17  | 76 572      | 76 969 | 77 366 | 77 763 | 78 159 | 78 556 | 78 953  | 17  | 17 866      | 18 254 | 18 642 | 19 031  | 19 419  | 19 807  | 20 195  |
| 18  | 78 953      | 79 349 | 79 746 | 80 142 | 80 538 | 80 935 | 81 332  | 18  | 20 195      | 20 583 | 20 971 | 21 360  | 21 748  | 22 136  | 22 524  |
| 19  | 81 332      | 81 728 | 82 125 | 82 521 | 82 918 | 83 314 | 83 710  | 19  | 22 524      | 22 912 | 23 300 | 23 688  | 24 076  | 24 464  | 24 851  |
| 20  | 1.41 83 710 | 84 107 | 84 503 | 84 899 | 85 295 | 85 692 | 86 088  | 20  | 1.43 24 851 | 25 239 | 25 627 | 26 015  | 26 403  | 26 791  | 27 178  |
| 21  | 86 088      | 86 484 | 86 880 | 87 276 | 87 672 | 88 068 | 88 465  | 21  | 27 178      | 27 566 | 27 954 | 28 341  | 28 729  | 29 117  | 29 504  |
| 22  | 88 465      | 88 861 | 89 257 | 89 653 | 90 048 | 90 444 | 90 840  | 22  | 29 504      | 29 892 | 30 280 | 30 667  | 31 055  | 31 442  | 31 830  |
| 23  | 90 840      | 91 236 | 91 632 | 92 028 | 92 424 | 92 820 | 93 215  | 23  | 31 830      | 32 217 | 32 605 | 32 992  | 33 379  | 33 767  | 34 154  |
| 24  | 93 215      | 93 611 | 94 007 | 94 402 | 94 798 | 95 194 | 95 589  | 24  | 34 154      | 34 541 | 34 929 | 35 316  | 35 703  | 36 091  | 36 478  |
| 25  | 1.41 95 589 | 95 985 | 96 381 | 96 776 | 97 172 | 97 567 | 97 963  | 25  | 1.43 36 478 | 36 865 | 37 252 | 37 639  | 38 026  | 38 413  | 38 801  |
| 26  | 97 963      | 98 358 | 98 753 | 99 149 | 99 544 | 99 940 | 100 335 | 26  | 38 801      | 39 188 | 39 575 | 39 962  | 40 349  | 40 736  | 41 123  |
| 27  | 1.42 00 335 | 00 730 | 01 125 | 01 521 | 01 916 | 02 311 | 02 706  | 27  | 41 123      | 41 510 | 41 896 | 42 283  | 42 670  | 43 057  | 43 444  |
| 28  | 02 706      | 03 101 | 03 497 | 03 892 | 04 287 | 04 682 | 05 077  | 28  | 43 444      | 43 831 | 44 217 | 44 604  | 44 991  | 45 378  | 45 764  |
| 29  | 05 077      | 05 472 | 05 867 | 06 262 | 06 657 | 07 052 | 07 447  | 29  | 45 764      | 46 151 | 46 537 | 46 924  | 47 311  | 47 697  | 48 084  |
| 30  | 1.42 07 447 | 07 842 | 08 236 | 08 631 | 09 026 | 09 421 | 09 816  | 30  | 1.43 48 084 | 48 470 | 48 857 | 49 243  | 49 630  | 50 016  | 50 403  |
| 31  | 09 816      | 10 210 | 10 605 | 11 000 | 11 394 | 11 789 | 12 184  | 31  | 50 403      | 50 789 | 51 175 | 51 562  | 51 948  | 52 334  | 52 721  |
| 32  | 12 184      | 12 578 | 12 973 | 13 367 | 13 762 | 14 156 | 14 551  | 32  | 52 721      | 53 107 | 53 493 | 53 879  | 54 265  | 54 652  | 55 038  |
| 33  | 14 551      | 14 945 | 15 340 | 15 734 | 16 128 | 16 523 | 16 917  | 33  | 55 038      | 55 424 | 55 810 | 56 196  | 56 582  | 56 968  | 57 354  |
| 34  | 16 917      | 17 311 | 17 706 | 18 100 | 18 494 | 18 888 | 19 282  | 34  | 57 354      | 57 740 | 58 126 | 58 512  | 58 898  | 59 284  | 59 670  |
| 35  | 1.42 19 282 | 19 677 | 20 071 | 20 465 | 20 859 | 21 253 | 21 647  | 35  | 1.43 59 670 | 60 056 | 60 441 | 60 827  | 61 213  | 61 599  | 61 984  |
| 36  | 21 647      | 22 041 | 22 435 | 22 829 | 23 223 | 23 617 | 24 011  | 36  | 61 984      | 62 370 | 62 756 | 63 141  | 63 527  | 63 913  | 64 298  |
| 37  | 24 011      | 24 404 | 24 798 | 25 192 | 25 586 | 25 980 | 26 373  | 37  | 64 298      | 64 684 | 65 070 | 65 455  | 65 841  | 66 226  | 66 612  |
| 38  | 26 373      | 26 767 | 27 161 | 27 555 | 27 948 | 28 342 | 28 735  | 38  | 66 612      | 66 997 | 67 382 | 67 768  | 68 153  | 68 539  | 68 924  |
| 39  | 28 735      | 29 129 | 29 523 | 29 916 | 30 310 | 30 703 | 31 097  | 39  | 68 924      | 69 309 | 69 695 | 70 080  | 70 465  | 70 850  | 71 235  |
| 40  | 1.42 31 097 | 31 490 | 31 883 | 32 277 | 32 670 | 33 064 | 33 457  | 40  | 1.43 71 235 | 71 621 | 72 006 | 72 391  | 72 776  | 73 161  | 73 546  |
| 41  | 33 457      | 33 850 | 34 243 | 34 637 | 35 030 | 35 423 | 35 816  | 41  | 73 546      | 73 931 | 74 316 | 74 701  | 75 086  | 75 471  | 75 856  |
| 42  | 35 816      | 36 209 | 36 603 | 36 996 | 37 389 | 37 782 | 38 175  | 42  | 75 856      | 76 241 | 76 626 | 77 011  | 77 396  | 77 781  | 78 165  |
| 43  | 38 175      | 38 568 | 38 961 | 39 354 | 39 747 | 40 140 | 40 533  | 43  | 78 165      | 78 550 | 78 935 | 79 320  | 79 704  | 80 089  | 80 474  |
| 44  | 40 533      | 40 925 | 41 318 | 41 711 | 42 104 | 42 497 | 42 889  | 44  | 80 474      | 80 858 | 81 243 | 81 628  | 82 012  | 82 397  | 82 781  |
| 45  | 1.42 42 889 | 43 282 | 43 675 | 44 068 | 44 460 | 44 853 | 45 245  | 45  | 1.43 82 781 | 83 166 | 83 550 | 83 935  | 84 319  | 84 704  | 85 088  |
| 46  | 45 245      | 45 638 | 46 031 | 46 423 | 46 816 | 47 208 | 47 601  | 46  | 85 088      | 85 473 | 85 857 | 86 241  | 86 626  | 87 010  | 87 394  |
| 47  | 47 601      | 47 993 | 48 385 | 48 778 | 49 170 | 49 563 | 49 955  | 47  | 87 394      | 87 778 | 88 163 | 88 547  | 88 931  | 89 315  | 89 699  |
| 48  | 49 955      | 50 347 | 50 740 | 51 132 | 51 524 | 51 916 | 52 308  | 48  | 89 699      | 90 083 | 90 468 | 90 852  | 91 236  | 91 620  | 92 004  |
| 49  | 52 308      | 52 701 | 53 093 | 53 485 | 53 877 | 54 269 | 54 661  | 49  | 92 004      | 92 388 | 92 772 | 93 156  | 93 540  | 93 924  | 94 307  |
| 50  | 1.42 54 661 | 55 053 | 55 445 | 55 837 | 56 229 | 56 621 | 57 013  | 50  | 1.43 94 307 | 94 691 | 95 075 | 95 459  | 95 843  | 96 227  | 96 610  |
| 51  | 57 013      | 57 405 | 57 797 | 58 188 | 58 580 | 58 972 | 59 364  | 51  | 96 610      | 96 994 | 97 378 | 97 761  | 98 145  | 98 529  | 98 912  |
| 52  | 59 364      | 59 755 | 60 147 | 60 539 | 60 931 | 61 322 | 61 714  | 52  | 98 912      | 99 296 | 99 680 | 100 063 | 100 447 | 100 830 | 101 214 |
| 53  | 61 714      | 62 105 | 62 497 | 62 889 | 63 280 | 63 672 | 64 063  | 53  | 1.44 01 214 | 01 597 | 01 981 | 02 364  | 02 747  | 03 131  | 03 514  |
| 54  | 64 063      | 64 455 | 64 846 | 65 237 | 65 629 | 66 020 | 66 412  | 54  | 03 514      | 03 897 | 04 281 | 04 664  | 05 047  | 05 431  | 05 814  |
| 55  | 1.42 66 412 | 66 803 | 67 194 | 67 585 | 67 977 | 68 368 | 68 759  | 55  | 1.44 05 814 | 06 197 | 06 580 | 06 963  | 07 346  | 07 730  | 08 113  |
| 56  | 68 759      | 69 150 | 69 541 | 69 933 | 70 324 | 70 715 | 71 106  | 56  | 08 113      | 08 496 | 08 879 | 09 262  | 09 645  | 10 028  | 10 411  |
| 57  | 71 106      | 71 497 | 71 888 | 72 279 | 72 670 | 73 061 | 73 452  | 57  | 10 411      | 10 794 | 11 177 | 11 560  | 11 942  | 12 325  | 12 708  |
| 58  | 73 452      | 73 843 | 74 233 | 74 624 | 75 015 | 75 406 | 75 797  | 58  | 12 708      | 13 091 | 13 474 | 13 857  | 14 239  | 14 622  | 15 005  |
| 59  | 75 797      | 76 188 | 76 578 | 76 969 | 77 360 | 77 750 | 78 141  | 59  | 15 005      | 15 387 | 15 770 | 16 153  | 16 535  | 16 918  | 17 301  |

|   | 400   | 399   | 398   | 397   | 396   | 395   | 394   | 393   | 392   | 391   | 390   | 389   | 388   | 387   | 386   | 385   | 384   | 383   | 382   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 40.0  | 39.9  | 39.8  | 39.7  | 39.6  | 39.5  | 39.4  | 39.3  | 39.2  | 39.1  | 39.0  | 38.9  | 38.8  | 38.7  | 38.6  | 38.5  | 38.4  | 38.3  | 38.2  |
| 2 | 80.0  | 79.8  | 79.6  | 79.4  | 79.2  | 79.0  | 78.8  | 78.6  | 78.4  | 78.2  | 78.0  | 77.8  | 77.6  | 77.4  | 77.2  | 77.0  | 76.8  | 76.6  | 76.4  |
| 3 | 120.0 | 119.7 | 119.4 | 119.1 | 118.8 | 118.5 | 118.2 | 117.9 | 117.6 | 117.3 | 117.0 | 116.7 | 116.4 | 116.1 | 115.8 | 115.5 | 115.2 | 114.9 | 114.6 |
| 4 | 160.0 | 159.6 | 159.2 | 158.8 | 158.4 | 158.0 | 157.6 | 157.2 | 156.8 | 156.4 | 156.0 | 155.6 | 155.2 | 154.8 | 154.4 | 154.0 | 153.6 | 153.2 | 152.8 |
| 5 | 200.0 | 199.5 | 199.0 | 198.5 | 198.0 | 197.5 | 197.0 | 196.5 | 196.0 | 195.5 | 195.0 | 194.5 | 194.0 | 193.5 | 193.0 | 192.5 | 192.0 | 191.5 | 191.0 |
| 6 | 240.0 | 239.4 | 238.8 | 238.2 | 237.6 | 237.0 | 236.4 | 235.8 | 235.2 | 234.6 | 234.0 | 233.4 | 232.8 | 232.2 | 231.6 | 231.0 | 230.4 | 229.8 | 229.2 |
| 7 | 280.0 | 279.3 | 278.6 | 277.9 | 277.2 | 276.5 | 275.8 | 275.1 | 274.4 | 273.7 | 273.0 | 272.3 | 271.6 | 270.9 | 270.2 | 269.5 | 268.8 | 268.1 | 267.4 |
| 8 | 320.0 | 319.2 | 318.4 | 317.6 | 316.8 | 316.0 | 315.2 | 314.4 | 313.6 | 312.8 | 312.0 | 311.2 | 310.4 | 309.6 | 308.8 | 308.0 | 307.2 | 306.4 | 305.6 |
| 9 | 360.0 | 359.1 | 358.2 | 357.3 | 356.4 | 355.5 | 354.6 | 353.7 | 352.8 | 351.9 | 351.0 | 350.1 | 349.2 | 348.3 | 347.4 | 346.5 | 345.6 | 344.7 | 343.8 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |         |         |         |         |         |     |             |        |        |        |         |         |         |
|--------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 36°    |             |        |         |         |         |         |         | 37° |             |        |        |        |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.44 17 301 | 17 683 | 18 066  | 18 448  | 18 831  | 19 213  | 19 596  | 0   | 1.45 53 653 | 54 028 | 54 403 | 54 778 | 55 153  | 55 528  | 55 903  |
| 1      | 19 596      | 19 978 | 20 360  | 20 743  | 21 125  | 21 507  | 21 890  | 1   | 55 903      | 56 278 | 56 653 | 57 028 | 57 403  | 57 778  | 58 152  |
| 2      | 21 890      | 22 272 | 22 654  | 23 037  | 23 419  | 23 801  | 24 183  | 2   | 58 152      | 58 527 | 58 902 | 59 277 | 59 651  | 60 026  | 60 401  |
| 3      | 24 183      | 24 565 | 24 948  | 25 330  | 25 712  | 26 094  | 26 476  | 3   | 60 401      | 60 775 | 61 150 | 61 525 | 61 899  | 62 274  | 62 648  |
| 4      | 26 476      | 26 858 | 27 240  | 27 622  | 28 004  | 28 386  | 28 768  | 4   | 62 648      | 63 023 | 63 397 | 63 772 | 64 146  | 64 521  | 64 895  |
| 5      | 1.44 28 768 | 29 150 | 29 532  | 29 914  | 30 295  | 30 677  | 31 059  | 5   | 1.45 64 895 | 65 270 | 65 644 | 66 019 | 66 393  | 66 767  | 67 142  |
| 6      | 31 059      | 31 441 | 31 823  | 32 204  | 32 586  | 32 968  | 33 349  | 6   | 67 142      | 67 516 | 67 890 | 68 264 | 68 639  | 69 013  | 69 387  |
| 7      | 33 349      | 33 731 | 34 113  | 34 494  | 34 876  | 35 257  | 35 639  | 7   | 69 387      | 69 761 | 70 135 | 70 509 | 70 884  | 71 258  | 71 632  |
| 8      | 35 639      | 36 020 | 36 402  | 36 783  | 37 165  | 37 546  | 37 928  | 8   | 71 632      | 72 006 | 72 380 | 72 754 | 73 128  | 73 502  | 73 876  |
| 9      | 37 928      | 38 309 | 38 690  | 39 072  | 39 453  | 39 834  | 40 216  | 9   | 73 876      | 74 250 | 74 624 | 74 998 | 75 371  | 75 745  | 76 119  |
| 10     | 1.44 40 216 | 40 597 | 40 978  | 41 359  | 41 741  | 42 122  | 42 503  | 10  | 1.45 76 119 | 76 493 | 76 867 | 77 241 | 77 614  | 77 988  | 78 362  |
| 11     | 42 503      | 42 884 | 43 265  | 43 646  | 44 027  | 44 408  | 44 790  | 11  | 78 362      | 78 737 | 79 109 | 79 483 | 79 856  | 80 230  | 80 604  |
| 12     | 44 790      | 45 171 | 45 552  | 45 932  | 46 313  | 46 694  | 47 075  | 12  | 80 604      | 80 977 | 81 351 | 81 724 | 82 098  | 82 471  | 82 845  |
| 13     | 47 075      | 47 456 | 47 837  | 48 218  | 48 599  | 48 979  | 49 360  | 13  | 82 845      | 83 218 | 83 592 | 83 965 | 84 339  | 84 712  | 85 085  |
| 14     | 49 360      | 49 741 | 50 122  | 50 502  | 50 883  | 51 264  | 51 644  | 14  | 85 085      | 85 459 | 85 832 | 86 205 | 86 579  | 86 952  | 87 325  |
| 15     | 1.44 51 644 | 52 025 | 52 406  | 52 786  | 53 167  | 53 547  | 53 928  | 15  | 1.45 87 325 | 87 698 | 88 071 | 88 445 | 88 818  | 89 191  | 89 564  |
| 16     | 53 928      | 54 308 | 54 689  | 55 069  | 55 450  | 55 830  | 56 210  | 16  | 89 564      | 89 937 | 90 310 | 90 683 | 91 056  | 91 429  | 91 802  |
| 17     | 56 210      | 56 591 | 56 971  | 57 352  | 57 732  | 58 112  | 58 492  | 17  | 91 802      | 92 175 | 92 548 | 92 921 | 93 294  | 93 667  | 94 040  |
| 18     | 58 492      | 58 873 | 59 253  | 59 633  | 60 013  | 60 393  | 60 774  | 18  | 94 040      | 94 413 | 94 786 | 95 158 | 95 531  | 95 904  | 96 277  |
| 19     | 60 774      | 61 154 | 61 534  | 61 914  | 62 294  | 62 674  | 63 054  | 19  | 96 277      | 96 650 | 97 022 | 97 395 | 97 768  | 98 140  | 98 513  |
| 20     | 1.44 63 054 | 63 434 | 63 814  | 64 194  | 64 574  | 64 954  | 65 334  | 20  | 1.45 98 513 | 98 886 | 99 258 | 99 631 | 100 003 | 100 376 | 100 748 |
| 21     | 65 334      | 65 713 | 66 093  | 66 473  | 66 853  | 67 233  | 67 612  | 21  | 1.46 00 748 | 01 121 | 01 493 | 01 866 | 02 238  | 02 611  | 02 983  |
| 22     | 67 612      | 67 992 | 68 372  | 68 752  | 69 131  | 69 511  | 69 890  | 22  | 02 983      | 03 356 | 03 728 | 04 100 | 04 473  | 04 845  | 05 217  |
| 23     | 69 890      | 70 270 | 70 650  | 71 029  | 71 409  | 71 788  | 72 168  | 23  | 05 217      | 05 590 | 05 962 | 06 334 | 06 706  | 07 078  | 07 451  |
| 24     | 72 168      | 72 547 | 72 927  | 73 306  | 73 686  | 74 065  | 74 444  | 24  | 07 451      | 07 823 | 08 195 | 08 567 | 08 939  | 09 311  | 09 683  |
| 25     | 1.44 74 444 | 74 824 | 75 203  | 75 582  | 75 962  | 76 341  | 76 720  | 25  | 1.46 09 683 | 10 055 | 10 427 | 10 799 | 11 171  | 11 543  | 11 915  |
| 26     | 76 720      | 77 099 | 77 479  | 77 858  | 78 237  | 78 616  | 78 995  | 26  | 11 915      | 12 287 | 12 659 | 13 031 | 13 403  | 13 774  | 14 146  |
| 27     | 78 995      | 79 374 | 79 753  | 80 132  | 80 512  | 80 891  | 81 270  | 27  | 14 146      | 14 518 | 14 890 | 15 262 | 15 633  | 16 005  | 16 377  |
| 28     | 81 270      | 81 649 | 82 027  | 82 406  | 82 785  | 83 164  | 83 543  | 28  | 16 377      | 16 748 | 17 120 | 17 492 | 17 863  | 18 235  | 18 607  |
| 29     | 83 543      | 83 922 | 84 301  | 84 680  | 85 058  | 85 437  | 85 816  | 29  | 18 607      | 18 978 | 19 350 | 19 721 | 20 093  | 20 464  | 20 836  |
| 30     | 1.44 85 816 | 86 195 | 86 573  | 86 952  | 87 331  | 87 709  | 88 088  | 30  | 1.46 20 836 | 21 207 | 21 579 | 21 950 | 22 321  | 22 693  | 23 064  |
| 31     | 88 088      | 88 467 | 88 845  | 89 224  | 89 602  | 89 981  | 90 359  | 31  | 23 064      | 23 435 | 23 807 | 24 178 | 24 549  | 24 921  | 25 292  |
| 32     | 90 359      | 90 738 | 91 116  | 91 495  | 91 873  | 92 251  | 92 630  | 32  | 25 292      | 25 663 | 26 034 | 26 405 | 26 776  | 27 147  | 27 519  |
| 33     | 92 630      | 93 008 | 93 386  | 93 765  | 94 143  | 94 521  | 94 900  | 33  | 27 519      | 27 890 | 28 261 | 28 632 | 29 003  | 29 374  | 29 745  |
| 34     | 94 900      | 95 278 | 95 656  | 96 034  | 96 412  | 96 790  | 97 169  | 34  | 29 745      | 30 116 | 30 487 | 30 858 | 31 229  | 31 600  | 31 971  |
| 35     | 1.44 97 169 | 97 547 | 97 925  | 98 303  | 98 681  | 99 059  | 99 437  | 35  | 1.46 31 971 | 32 341 | 32 712 | 33 083 | 33 454  | 33 825  | 34 195  |
| 36     | 99 437      | 99 815 | 100 193 | 100 571 | 100 949 | 101 327 | 101 704 | 36  | 34 195      | 34 566 | 34 937 | 35 308 | 35 678  | 36 049  | 36 420  |
| 37     | 1.45 01 704 | 02 082 | 02 460  | 02 838  | 03 216  | 03 593  | 03 971  | 37  | 36 420      | 36 790 | 37 161 | 37 531 | 37 902  | 38 273  | 38 643  |
| 38     | 03 971      | 04 349 | 04 727  | 05 104  | 05 482  | 05 860  | 06 237  | 38  | 38 643      | 39 014 | 39 384 | 39 755 | 40 125  | 40 495  | 40 866  |
| 39     | 06 237      | 06 615 | 06 992  | 07 370  | 07 748  | 08 125  | 08 503  | 39  | 40 866      | 41 236 | 41 607 | 41 977 | 42 347  | 42 718  | 43 088  |
| 40     | 1.45 08 503 | 08 880 | 09 257  | 09 635  | 10 012  | 10 390  | 10 767  | 40  | 1.46 43 088 | 43 458 | 43 829 | 44 199 | 44 569  | 44 939  | 45 309  |
| 41     | 10 767      | 11 144 | 11 522  | 11 899  | 12 276  | 12 654  | 13 031  | 41  | 45 309      | 45 680 | 46 050 | 46 420 | 46 790  | 47 160  | 47 530  |
| 42     | 13 031      | 13 408 | 13 785  | 14 163  | 14 540  | 14 917  | 15 294  | 42  | 47 530      | 47 900 | 48 270 | 48 640 | 49 010  | 49 380  | 49 750  |
| 43     | 15 294      | 15 671 | 16 048  | 16 425  | 16 802  | 17 179  | 17 556  | 43  | 49 750      | 50 120 | 50 490 | 50 860 | 51 230  | 51 600  | 51 969  |
| 44     | 17 556      | 17 933 | 18 310  | 18 687  | 19 064  | 19 441  | 19 818  | 44  | 51 969      | 52 339 | 52 709 | 53 079 | 53 449  | 53 818  | 54 188  |
| 45     | 1.45 19 818 | 20 195 | 20 572  | 20 948  | 21 325  | 21 702  | 22 079  | 45  | 1.46 54 188 | 54 558 | 54 927 | 55 297 | 55 667  | 56 036  | 56 406  |
| 46     | 22 079      | 22 455 | 22 832  | 23 209  | 23 586  | 23 962  | 24 339  | 46  | 56 406      | 56 776 | 57 145 | 57 515 | 57 884  | 58 254  | 58 623  |
| 47     | 24 339      | 24 715 | 25 092  | 25 469  | 25 845  | 26 222  | 26 598  | 47  | 58 623      | 58 993 | 59 362 | 59 732 | 60 101  | 60 470  | 60 840  |
| 48     | 26 598      | 26 975 | 27 351  | 27 728  | 28 104  | 28 480  | 28 857  | 48  | 60 840      | 61 209 | 61 578 | 61 948 | 62 317  | 62 686  | 63 056  |
| 49     | 28 857      | 29 233 | 29 610  | 29 986  | 30 362  | 30 738  | 31 115  | 49  | 63 056      | 63 425 | 63 794 | 64 163 | 64 532  | 64 902  | 65 271  |
| 50     | 1.45 31 115 | 31 491 | 31 867  | 32 243  | 32 620  | 32 996  | 33 372  | 50  | 1.46 65 271 | 65 640 | 66 009 | 66 378 | 66 747  | 67 116  | 67 485  |
| 51     | 33 372      | 33 748 | 34 124  | 34 500  | 34 876  | 35 252  | 35 628  | 51  | 67 485      | 67 854 | 68 223 | 68 592 | 68 961  | 69 330  | 69 699  |
| 52     | 35 628      | 36 004 | 36 380  | 36 756  | 37 132  | 37 508  | 37 884  | 52  | 69 699      | 70 068 | 70 437 | 70 806 | 71 174  | 71 543  | 71 912  |
| 53     | 37 884      | 38 260 | 38 636  | 39 012  | 39 387  | 39 763  | 40 139  | 53  | 71 912      | 72 281 | 72 650 | 73 018 | 73 387  | 73 756  | 74 125  |
| 54     | 40 139      | 40 515 | 40 890  | 41 266  | 41 642  | 42 018  | 42 393  | 54  | 74 125      | 74 493 | 74 862 | 75 230 | 75 599  | 75 968  | 76 336  |
| 55     | 1.45 42 393 | 42 769 | 43 144  | 43 520  | 43 896  | 44 271  | 44 647  | 55  | 1.46 76 336 | 76 705 | 77 073 | 77 442 | 77 810  | 78 179  | 78 547  |
| 56     | 44 647      | 45 022 | 45 398  | 45 773  | 46 149  | 46 524  | 46 899  | 56  | 78 547      | 78 916 | 79 284 | 79 653 | 80 021  | 80 389  | 80 758  |
| 57     | 46 899      | 47 275 | 47 650  | 48 026  | 48 401  | 48 776  | 49 151  | 57  | 80 758      | 81 126 | 81 494 | 81 863 | 82 231  | 82 599  | 82 967  |
| 58     | 49 151      | 49 527 | 49 902  | 50 277  | 50 652  | 51 028  | 51 403  | 58  | 82 967      | 83 336 | 83 704 | 84 072 | 84 440  | 84 808  | 85 176  |
| 59     | 51 403      | 51 778 | 52 153  | 52 528  | 52 903  | 53 278  | 53 653  | 59  | 85 176      | 85 544 | 85 913 | 86 281 | 86 649  | 87 017  | 87 385  |

|   | 383   | 382   | 381   | 380   | 379   | 378   | 377   | 376   | 375   | 374   | 373   | 372   | 371   | 370   | 369   | 368   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 38.3  | 38.2  | 38.1  | 38.0  | 37.9  | 37.8  | 37.7  | 37.6  | 37.5  | 37.4  | 37.3  | 37.2  | 37.1  | 37.0  | 36.9  | 36.8  |
| 2 | 76.6  | 76.4  | 76.2  | 76.0  | 75.8  | 75.6  | 75.4  | 75.2  | 75.0  | 74.8  | 74.6  | 74.4  | 74.2  | 74.0  | 73.8  | 73.6  |
| 3 | 114.9 | 114.6 | 114.3 | 114.0 | 113.7 | 113.4 | 113.1 | 112.8 | 112.5 | 112.2 | 111.9 | 111.6 | 111.3 | 111.0 | 110.7 | 110.4 |
| 4 | 152.2 | 152.0 | 151.8 | 151.6 | 151.4 | 151.2 | 151.0 | 150.8 | 150.6 | 150.4 | 150.2 | 150.0 | 149.8 | 149.6 | 149.4 | 149.2 |
| 5 | 190.5 | 190.3 | 190.1 | 190.0 | 189.5 | 189.0 | 188.5 | 188.0 | 187.5 | 187.0 | 186.5 | 186.0 | 185.5 | 185.0 | 184.5 | 184.0 |
| 6 | 228.8 | 229.2 | 228.6 | 228.0 | 227.4 | 226.8 | 226.2 | 225.6 | 225.0 | 224.4 | 223.8 | 223.2 | 222.6 | 222.0 | 221.4 | 220.8 |
| 7 | 268.1 | 267.4 | 266.7 | 266.0 | 265.3 | 264.6 | 263.9 | 263.2 | 262.5 | 261.8 | 261.1 | 260.4 | 259.7 | 259.0 | 258.3 | 257.6 |
| 8 | 306.7 | 305.6 | 304.8 | 304.0 | 303.2 | 302.4 | 301.6 | 300.8 | 300.0 | 299.2 | 298.4 | 297.6 | 296.8 | 296.0 | 295.2 | 294.4 |
| 9 | 344.7 | 343.8 | 342.9 | 342.0 | 341.2 | 340.4 | 339.6 | 338.8 | 338.0 | 337.2 | 336.4 | 335.6 | 334.8 | 333.9 | 333.1 | 332.4 |



Tafel IV.

log M.

| 38° |             |        |        |         |         |         |         | 39° |             |        |        |        |        |         |         |
|-----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 0   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | 0   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     |
| 0   | 1.46 87 385 | 87 753 | 88 121 | 88 489  | 88 857  | 89 224  | 89 592  | 0   | 1.48 18 666 | 19 028 | 19 389 | 19 750 | 20 112 | 20 473  | 20 834  |
| 1   | 89 592      | 89 960 | 90 328 | 90 696  | 91 064  | 91 431  | 91 799  | 1   | 20 834      | 21 196 | 21 557 | 21 918 | 22 279 | 22 641  | 23 002  |
| 2   | 91 799      | 92 167 | 92 535 | 92 903  | 93 270  | 93 638  | 94 006  | 2   | 23 002      | 23 363 | 23 724 | 24 085 | 24 447 | 24 808  | 25 169  |
| 3   | 94 006      | 94 373 | 94 741 | 95 108  | 95 476  | 95 844  | 96 211  | 3   | 25 169      | 25 530 | 25 891 | 26 252 | 26 613 | 26 974  | 27 335  |
| 4   | 96 211      | 96 579 | 96 946 | 97 314  | 97 681  | 98 049  | 98 416  | 4   | 27 335      | 27 696 | 28 057 | 28 418 | 28 779 | 29 140  | 29 501  |
| 5   | 1.46 98 416 | 98 784 | 99 151 | 99 518  | 99 886  | 100 253 | 100 620 | 5   | 1.48 29 501 | 29 862 | 30 222 | 30 583 | 30 944 | 31 305  | 31 666  |
| 6   | 1.47 00 620 | 00 988 | 01 355 | 01 722  | 02 089  | 02 457  | 02 824  | 6   | 31 666      | 32 026 | 32 387 | 32 748 | 33 109 | 33 469  | 33 830  |
| 7   | 02 824      | 03 191 | 03 558 | 03 925  | 04 293  | 04 660  | 05 027  | 7   | 33 830      | 34 191 | 34 551 | 34 912 | 35 273 | 35 633  | 35 994  |
| 8   | 05 027      | 05 394 | 05 761 | 06 128  | 06 495  | 06 862  | 07 229  | 8   | 35 994      | 36 354 | 36 715 | 37 076 | 37 436 | 37 797  | 38 157  |
| 9   | 07 229      | 07 596 | 07 963 | 08 330  | 08 697  | 09 064  | 09 431  | 9   | 38 157      | 38 517 | 38 878 | 39 238 | 39 599 | 39 959  | 40 319  |
| 10  | 1.47 09 431 | 09 797 | 10 164 | 10 531  | 10 898  | 11 265  | 11 631  | 10  | 1.48 40 319 | 40 680 | 41 040 | 41 401 | 41 761 | 42 121  | 42 481  |
| 11  | 11 631      | 11 998 | 12 365 | 12 732  | 13 098  | 13 465  | 13 832  | 11  | 42 481      | 42 842 | 43 202 | 43 562 | 43 922 | 44 282  | 44 643  |
| 12  | 13 832      | 14 198 | 14 565 | 14 932  | 15 298  | 15 665  | 16 031  | 12  | 44 643      | 45 003 | 45 363 | 45 723 | 46 083 | 46 443  | 46 803  |
| 13  | 16 031      | 16 398 | 16 764 | 17 131  | 17 497  | 17 864  | 18 230  | 13  | 46 803      | 47 163 | 47 523 | 47 883 | 48 243 | 48 603  | 48 963  |
| 14  | 18 230      | 18 597 | 18 963 | 19 329  | 19 696  | 20 062  | 20 428  | 14  | 48 963      | 49 323 | 49 683 | 50 043 | 50 403 | 50 763  | 51 123  |
| 15  | 1.47 20 428 | 20 795 | 21 161 | 21 527  | 21 893  | 22 260  | 22 626  | 15  | 1.48 51 123 | 51 482 | 51 842 | 52 202 | 52 562 | 52 922  | 53 281  |
| 16  | 22 626      | 22 992 | 23 358 | 23 724  | 24 090  | 24 457  | 24 823  | 16  | 53 281      | 53 641 | 54 001 | 54 360 | 54 720 | 55 080  | 55 439  |
| 17  | 24 823      | 25 189 | 25 555 | 25 921  | 26 287  | 26 653  | 27 019  | 17  | 55 439      | 55 799 | 56 159 | 56 518 | 56 878 | 57 237  | 57 597  |
| 18  | 27 019      | 27 385 | 27 751 | 28 117  | 28 483  | 28 849  | 29 214  | 18  | 57 597      | 57 956 | 58 315 | 58 675 | 59 035 | 59 394  | 59 754  |
| 19  | 29 214      | 29 580 | 29 946 | 30 312  | 30 678  | 31 043  | 31 409  | 19  | 59 754      | 60 113 | 60 473 | 60 832 | 61 191 | 61 551  | 61 910  |
| 20  | 1.47 31 409 | 31 775 | 32 141 | 32 506  | 32 872  | 33 238  | 33 603  | 20  | 1.48 61 910 | 62 269 | 62 629 | 62 988 | 63 347 | 63 706  | 64 066  |
| 21  | 33 603      | 33 969 | 34 335 | 34 700  | 35 066  | 35 431  | 35 797  | 21  | 64 066      | 64 425 | 64 784 | 65 143 | 65 502 | 65 861  | 66 221  |
| 22  | 35 797      | 36 163 | 36 528 | 36 893  | 37 259  | 37 624  | 37 990  | 22  | 66 221      | 66 580 | 66 939 | 67 298 | 67 657 | 68 016  | 68 375  |
| 23  | 37 990      | 38 355 | 38 721 | 39 086  | 39 451  | 39 817  | 40 182  | 23  | 68 375      | 68 734 | 69 093 | 69 452 | 69 811 | 70 170  | 70 529  |
| 24  | 40 182      | 40 547 | 40 913 | 41 278  | 41 643  | 42 008  | 42 374  | 24  | 70 529      | 70 888 | 71 247 | 71 605 | 71 964 | 72 323  | 72 682  |
| 25  | 1.47 42 374 | 42 739 | 43 104 | 43 469  | 43 834  | 44 199  | 44 564  | 25  | 1.48 72 682 | 73 041 | 73 399 | 73 758 | 74 117 | 74 476  | 74 834  |
| 26  | 44 564      | 44 930 | 45 295 | 45 660  | 46 025  | 46 390  | 46 755  | 26  | 74 834      | 75 193 | 75 552 | 75 910 | 76 269 | 76 628  | 76 986  |
| 27  | 46 755      | 47 120 | 47 485 | 47 850  | 48 214  | 48 579  | 48 944  | 27  | 76 986      | 77 345 | 77 703 | 78 062 | 78 421 | 78 779  | 79 138  |
| 28  | 48 944      | 49 309 | 49 674 | 50 039  | 50 404  | 50 768  | 51 133  | 28  | 79 138      | 79 496 | 79 855 | 80 213 | 80 571 | 80 930  | 81 288  |
| 29  | 51 133      | 51 498 | 51 863 | 52 227  | 52 592  | 52 957  | 53 321  | 29  | 81 288      | 81 647 | 82 005 | 82 363 | 82 722 | 83 080  | 83 438  |
| 30  | 1.47 53 321 | 53 686 | 54 051 | 54 415  | 54 780  | 55 144  | 55 509  | 30  | 1.48 83 438 | 83 797 | 84 155 | 84 513 | 84 871 | 85 230  | 85 588  |
| 31  | 55 509      | 55 874 | 56 238 | 56 603  | 56 967  | 57 331  | 57 696  | 31  | 85 588      | 85 946 | 86 304 | 86 662 | 87 020 | 87 378  | 87 737  |
| 32  | 57 696      | 58 060 | 58 425 | 58 789  | 59 153  | 59 518  | 59 882  | 32  | 87 737      | 88 095 | 88 453 | 88 811 | 89 169 | 89 527  | 89 885  |
| 33  | 59 882      | 60 246 | 60 611 | 60 975  | 61 339  | 61 704  | 62 068  | 33  | 89 885      | 90 243 | 90 601 | 90 959 | 91 317 | 91 674  | 92 032  |
| 34  | 62 068      | 62 432 | 62 796 | 63 160  | 63 525  | 63 889  | 64 253  | 34  | 92 032      | 92 390 | 92 748 | 93 106 | 93 464 | 93 822  | 94 179  |
| 35  | 1.47 64 253 | 64 617 | 64 981 | 65 345  | 65 709  | 66 073  | 66 437  | 35  | 1.48 94 179 | 94 537 | 94 895 | 95 253 | 95 610 | 95 968  | 96 326  |
| 36  | 66 437      | 66 800 | 67 165 | 67 529  | 67 893  | 68 257  | 68 621  | 36  | 96 326      | 96 683 | 97 041 | 97 399 | 97 756 | 98 114  | 98 471  |
| 37  | 68 621      | 68 985 | 69 348 | 69 712  | 70 076  | 70 440  | 70 804  | 37  | 98 471      | 98 829 | 99 187 | 99 544 | 99 902 | 100 259 | 100 617 |
| 38  | 70 804      | 71 167 | 71 531 | 71 895  | 72 259  | 72 622  | 72 986  | 38  | 1.49 00 617 | 00 974 | 01 332 | 01 689 | 02 046 | 02 404  | 02 761  |
| 39  | 72 986      | 73 350 | 73 713 | 74 077  | 74 441  | 74 804  | 75 168  | 39  | 02 761      | 03 119 | 03 476 | 03 833 | 04 191 | 04 548  | 04 905  |
| 40  | 1.47 75 168 | 75 531 | 75 895 | 76 258  | 76 622  | 76 985  | 77 349  | 40  | 1.49 04 905 | 05 262 | 05 620 | 05 977 | 06 334 | 06 691  | 07 048  |
| 41  | 77 349      | 77 712 | 78 076 | 78 439  | 78 802  | 79 166  | 79 529  | 41  | 07 048      | 07 406 | 07 763 | 08 120 | 08 477 | 08 834  | 09 191  |
| 42  | 79 529      | 79 893 | 80 256 | 80 619  | 80 982  | 81 346  | 81 709  | 42  | 09 191      | 09 548 | 09 905 | 10 262 | 10 619 | 10 976  | 11 333  |
| 43  | 81 709      | 82 072 | 82 435 | 82 798  | 83 162  | 83 525  | 83 888  | 43  | 11 333      | 11 690 | 12 047 | 12 404 | 12 761 | 13 118  | 13 475  |
| 44  | 83 888      | 84 251 | 84 614 | 84 977  | 85 340  | 85 703  | 86 067  | 44  | 13 475      | 13 832 | 14 188 | 14 545 | 14 902 | 15 259  | 15 616  |
| 45  | 1.47 86 067 | 86 430 | 86 793 | 87 155  | 87 518  | 87 881  | 88 244  | 45  | 1.49 15 616 | 15 972 | 16 329 | 16 686 | 17 043 | 17 399  | 17 756  |
| 46  | 88 244      | 88 607 | 88 970 | 89 333  | 89 696  | 90 059  | 90 421  | 46  | 17 756      | 18 113 | 18 469 | 18 826 | 19 182 | 19 539  | 19 896  |
| 47  | 90 421      | 90 784 | 91 147 | 91 510  | 91 873  | 92 235  | 92 598  | 47  | 19 896      | 20 252 | 20 609 | 20 965 | 21 322 | 21 678  | 22 035  |
| 48  | 92 598      | 92 961 | 93 323 | 93 686  | 94 049  | 94 411  | 94 774  | 48  | 22 035      | 22 391 | 22 748 | 23 104 | 23 460 | 23 817  | 24 173  |
| 49  | 94 774      | 95 136 | 95 499 | 95 862  | 96 224  | 96 587  | 96 949  | 49  | 24 173      | 24 530 | 24 886 | 25 242 | 25 599 | 25 955  | 26 311  |
| 50  | 1.47 96 949 | 97 312 | 97 674 | 98 036  | 98 399  | 98 761  | 99 124  | 50  | 1.49 26 311 | 26 667 | 27 024 | 27 380 | 27 736 | 28 092  | 28 448  |
| 51  | 99 124      | 99 486 | 99 848 | 100 211 | 100 573 | 100 935 | 101 298 | 51  | 28 448      | 28 805 | 29 161 | 29 517 | 29 873 | 30 229  | 30 585  |
| 52  | 1.48 01 298 | 01 660 | 02 022 | 02 384  | 02 747  | 03 109  | 03 471  | 52  | 30 585      | 30 941 | 31 297 | 31 653 | 32 009 | 32 365  | 32 721  |
| 53  | 03 471      | 03 833 | 04 195 | 04 557  | 04 919  | 05 282  | 05 644  | 53  | 32 721      | 33 077 | 33 433 | 33 789 | 34 145 | 34 501  | 34 857  |
| 54  | 05 644      | 06 006 | 06 368 | 06 730  | 07 092  | 07 454  | 07 816  | 54  | 34 857      | 35 212 | 35 568 | 35 924 | 36 280 | 36 636  | 36 991  |
| 55  | 1.48 07 816 | 08 178 | 08 539 | 08 901  | 09 263  | 09 625  | 09 987  | 55  | 1.49 36 991 | 37 347 | 37 703 | 38 059 | 38 414 | 38 770  | 39 126  |
| 56  | 09 987      | 10 349 | 10 711 | 11 072  | 11 434  | 11 796  | 12 158  | 56  | 39 126      | 39 481 | 39 837 | 40 193 | 40 548 | 40 904  | 41 259  |
| 57  | 12 158      | 12 519 | 12 881 | 13 243  | 13 605  | 13 967  | 14 328  | 57  | 41 259      | 41 615 | 41 971 | 42 326 | 42 682 | 43 037  | 43 393  |
| 58  | 14 328      | 14 689 | 15 051 | 15 413  | 15 774  | 16 136  | 16 497  | 58  | 43 393      | 43 748 | 44 103 | 44 459 | 44 814 | 45 170  | 45 525  |
| 59  | 16 497      | 16 859 | 17 220 | 17 582  | 17 943  | 18 305  | 18 666  | 59  | 45 525      | 45 880 | 46 236 | 46 591 | 46 946 | 47 302  | 47 657  |

|   | 368   | 367   | 366   | 365   | 364   | 363   | 362   | 361   | 360   | 359   | 358   | 357   | 356   | 355   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 36.8  | 36.7  | 36.6  | 36.5  | 36.4  | 36.3  | 36.2  | 36.1  | 36.0  | 35.9  | 35.8  | 35.7  | 35.6  | 35.5  | 1 |
| 2 | 73.6  | 73.4  | 73.2  | 73.0  | 72.8  | 72.6  | 72.4  | 72.2  | 72.0  | 71.8  | 71.6  | 71.4  | 71.2  | 71.0  | 2 |
| 3 | 110.4 | 110.1 | 109.8 | 109.5 | 109.2 | 108.9 | 108.6 | 108.3 | 108.0 | 107.7 | 107.4 | 107.1 | 106.8 | 106.5 | 3 |
| 4 | 147.2 | 146.8 | 146.4 | 146.0 | 145.6 | 145.2 | 144.8 | 144.4 | 144.0 | 143.6 | 143.2 | 142.8 | 142.4 | 142.0 | 4 |
| 5 | 184.0 | 183.5 | 183.0 | 182.5 | 182.0 | 181.5 | 181.0 | 180.5 | 180.0 | 179.5 | 179.0 | 178.5 | 178.0 | 177.5 | 5 |
| 6 | 220.8 | 220.2 | 219.6 | 219.0 | 218.4 | 217.8 | 217.2 | 216.6 | 216.0 | 215.4 | 214.8 | 214.2 | 213.6 | 213.0 | 6 |
| 7 | 257.6 | 256.9 | 256.2 | 255.5 | 254.8 | 254.1 | 253.4 | 252.7 | 252.0 | 251.3 | 250.6 | 249.9 | 249.2 | 248.5 | 7 |
| 8 | 294.4 | 293.6 | 292.8 | 292.0 | 291.2 | 290.4 | 289.6 | 288.8 | 288.0 | 287.2 | 286.4 | 285.6 | 284.8 | 284.0 | 8 |
| 9 | 331.2 | 330.3 | 329.4 | 328.5 | 327.6 | 326.7 | 325.8 | 324.9 | 324.0 | 323.1 | 322.2 | 321.3 | 320.4 | 319.5 | 9 |

**Tafel IV.**

| log M. |             |        |        |        |         |         |         |    |             |        |         |         |         |         |         |     |             |        |         |         |         |         |         |    |             |        |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|----|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 40°    |             |        |        |        |         |         |         |    |             |        |         |         |         |         |         | 41° |             |        |         |         |         |         |         |    |             |        |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.49 47 657 | 48 012 | 48 367 | 48 723 | 49 078  | 49 433  | 49 788  | 0  | 1.50 74 505 | 74 855 | 75 204  | 75 554  | 75 903  | 76 253  | 76 602  | 1   | 76 602      | 76 952 | 77 301  | 77 650  | 78 000  | 78 349  | 78 698  | 1  | 76 602      | 76 952 | 77 301  | 77 650  | 78 000  | 78 349  | 78 698  |
| 1      | 49 788      | 50 143 | 50 499 | 50 854 | 51 209  | 51 564  | 51 919  | 1  | 76 602      | 76 952 | 77 301  | 77 650  | 78 000  | 78 349  | 78 698  | 2   | 78 698      | 79 048 | 79 397  | 79 746  | 80 096  | 80 445  | 80 794  | 2  | 78 698      | 79 048 | 79 397  | 79 746  | 80 096  | 80 445  | 80 794  |
| 2      | 51 919      | 52 274 | 52 629 | 52 984 | 53 339  | 53 694  | 54 049  | 2  | 78 698      | 79 048 | 79 397  | 79 746  | 80 096  | 80 445  | 80 794  | 3   | 80 794      | 81 143 | 81 493  | 81 842  | 82 191  | 82 540  | 82 889  | 3  | 80 794      | 81 143 | 81 493  | 81 842  | 82 191  | 82 540  | 82 889  |
| 3      | 54 049      | 54 404 | 54 759 | 55 114 | 55 469  | 55 824  | 56 179  | 3  | 80 794      | 81 143 | 81 493  | 81 842  | 82 191  | 82 540  | 82 889  | 4   | 82 889      | 83 238 | 83 587  | 83 937  | 84 286  | 84 635  | 84 984  | 4  | 82 889      | 83 238 | 83 587  | 83 937  | 84 286  | 84 635  | 84 984  |
| 4      | 56 179      | 56 533 | 56 888 | 57 243 | 57 598  | 57 953  | 58 307  | 4  | 82 889      | 83 238 | 83 587  | 83 937  | 84 286  | 84 635  | 84 984  | 5   | 1.50 84 984 | 85 333 | 85 682  | 86 031  | 86 380  | 86 729  | 87 078  | 5  | 1.50 84 984 | 85 333 | 85 682  | 86 031  | 86 380  | 86 729  | 87 078  |
| 5      | 1.49 58 307 | 58 662 | 59 017 | 59 372 | 59 726  | 60 081  | 60 436  | 5  | 1.50 84 984 | 85 333 | 85 682  | 86 031  | 86 380  | 86 729  | 87 078  | 6   | 87 078      | 87 427 | 87 776  | 88 125  | 88 474  | 88 822  | 89 171  | 6  | 87 078      | 87 427 | 87 776  | 88 125  | 88 474  | 88 822  | 89 171  |
| 6      | 60 436      | 60 790 | 61 145 | 61 500 | 61 854  | 62 209  | 62 564  | 6  | 87 078      | 87 427 | 87 776  | 88 125  | 88 474  | 88 822  | 89 171  | 7   | 89 171      | 89 520 | 89 869  | 90 218  | 90 567  | 90 915  | 91 264  | 7  | 89 171      | 89 520 | 89 869  | 90 218  | 90 567  | 90 915  | 91 264  |
| 7      | 62 564      | 62 918 | 63 273 | 63 627 | 63 982  | 64 336  | 64 691  | 7  | 89 171      | 89 520 | 89 869  | 90 218  | 90 567  | 90 915  | 91 264  | 8   | 91 264      | 91 613 | 91 962  | 92 310  | 92 659  | 93 008  | 93 357  | 8  | 91 264      | 91 613 | 91 962  | 92 310  | 92 659  | 93 008  | 93 357  |
| 8      | 64 691      | 65 045 | 65 400 | 65 754 | 66 108  | 66 463  | 66 817  | 8  | 91 264      | 91 613 | 91 962  | 92 310  | 92 659  | 93 008  | 93 357  | 9   | 93 357      | 93 705 | 94 054  | 94 403  | 94 751  | 95 100  | 95 448  | 9  | 93 357      | 93 705 | 94 054  | 94 403  | 94 751  | 95 100  | 95 448  |
| 9      | 66 817      | 67 172 | 67 526 | 67 880 | 68 235  | 68 589  | 68 943  | 9  | 93 357      | 93 705 | 94 054  | 94 403  | 94 751  | 95 100  | 95 448  | 10  | 1.50 95 448 | 95 797 | 96 146  | 96 494  | 96 843  | 97 191  | 97 540  | 10 | 1.50 95 448 | 95 797 | 96 146  | 96 494  | 96 843  | 97 191  | 97 540  |
| 10     | 1.49 68 943 | 69 298 | 69 652 | 70 006 | 70 360  | 70 714  | 71 069  | 10 | 1.50 95 448 | 95 797 | 96 146  | 96 494  | 96 843  | 97 191  | 97 540  | 11  | 97 540      | 97 888 | 98 237  | 98 585  | 98 934  | 99 282  | 99 630  | 11 | 97 540      | 97 888 | 98 237  | 98 585  | 98 934  | 99 282  | 99 630  |
| 11     | 71 069      | 71 423 | 71 777 | 72 131 | 72 485  | 72 839  | 73 193  | 11 | 97 540      | 97 888 | 98 237  | 98 585  | 98 934  | 99 282  | 99 630  | 12  | 99 630      | 99 979 | 100 327 | 100 675 | 101 024 | 101 372 | 101 721 | 12 | 99 630      | 99 979 | 100 327 | 100 675 | 101 024 | 101 372 | 101 721 |
| 12     | 73 193      | 73 548 | 73 902 | 74 256 | 74 610  | 74 964  | 75 318  | 12 | 99 630      | 99 979 | 100 327 | 100 675 | 101 024 | 101 372 | 101 721 | 13  | 1.51 01 721 | 02 069 | 02 417  | 02 765  | 03 114  | 03 462  | 03 810  | 13 | 1.51 01 721 | 02 069 | 02 417  | 02 765  | 03 114  | 03 462  | 03 810  |
| 13     | 75 318      | 75 672 | 76 026 | 76 380 | 76 733  | 77 087  | 77 441  | 13 | 1.51 01 721 | 02 069 | 02 417  | 02 765  | 03 114  | 03 462  | 03 810  | 14  | 03 810      | 04 158 | 04 507  | 04 855  | 05 203  | 05 551  | 05 899  | 14 | 03 810      | 04 158 | 04 507  | 04 855  | 05 203  | 05 551  | 05 899  |
| 14     | 77 441      | 77 795 | 78 149 | 78 503 | 78 857  | 79 211  | 79 564  | 14 | 03 810      | 04 158 | 04 507  | 04 855  | 05 203  | 05 551  | 05 899  | 15  | 1.51 05 899 | 06 247 | 06 595  | 06 944  | 07 292  | 07 640  | 07 988  | 15 | 1.51 05 899 | 06 247 | 06 595  | 06 944  | 07 292  | 07 640  | 07 988  |
| 15     | 1.49 79 564 | 79 918 | 80 272 | 80 626 | 80 979  | 81 333  | 81 687  | 15 | 1.51 05 899 | 06 247 | 06 595  | 06 944  | 07 292  | 07 640  | 07 988  | 16  | 07 988      | 08 336 | 08 684  | 09 032  | 09 380  | 09 728  | 10 076  | 16 | 07 988      | 08 336 | 08 684  | 09 032  | 09 380  | 09 728  | 10 076  |
| 16     | 81 687      | 82 040 | 82 394 | 82 748 | 83 102  | 83 455  | 83 809  | 16 | 07 988      | 08 336 | 08 684  | 09 032  | 09 380  | 09 728  | 10 076  | 17  | 10 076      | 10 424 | 10 772  | 11 119  | 11 467  | 11 815  | 12 163  | 17 | 10 076      | 10 424 | 10 772  | 11 119  | 11 467  | 11 815  | 12 163  |
| 17     | 83 809      | 84 162 | 84 516 | 84 869 | 85 223  | 85 576  | 85 930  | 17 | 10 076      | 10 424 | 10 772  | 11 119  | 11 467  | 11 815  | 12 163  | 18  | 12 163      | 12 511 | 12 859  | 13 207  | 13 554  | 13 902  | 14 250  | 18 | 12 163      | 12 511 | 12 859  | 13 207  | 13 554  | 13 902  | 14 250  |
| 18     | 85 930      | 86 283 | 86 637 | 86 990 | 87 344  | 87 697  | 88 051  | 18 | 12 163      | 12 511 | 12 859  | 13 207  | 13 554  | 13 902  | 14 250  | 19  | 14 250      | 14 598 | 14 945  | 15 293  | 15 641  | 15 989  | 16 336  | 19 | 14 250      | 14 598 | 14 945  | 15 293  | 15 641  | 15 989  | 16 336  |
| 19     | 88 051      | 88 404 | 88 757 | 89 111 | 89 464  | 89 817  | 90 171  | 19 | 14 250      | 14 598 | 14 945  | 15 293  | 15 641  | 15 989  | 16 336  | 20  | 1.51 16 336 | 16 684 | 17 032  | 17 379  | 17 727  | 18 075  | 18 422  | 20 | 1.51 16 336 | 16 684 | 17 032  | 17 379  | 17 727  | 18 075  | 18 422  |
| 20     | 1.49 90 171 | 90 524 | 90 877 | 91 231 | 91 584  | 91 937  | 92 290  | 20 | 1.51 16 336 | 16 684 | 17 032  | 17 379  | 17 727  | 18 075  | 18 422  | 21  | 18 422      | 18 770 | 19 117  | 19 465  | 19 812  | 20 160  | 20 507  | 21 | 18 422      | 18 770 | 19 117  | 19 465  | 19 812  | 20 160  | 20 507  |
| 21     | 92 290      | 92 643 | 92 997 | 93 350 | 93 703  | 94 056  | 94 409  | 21 | 18 422      | 18 770 | 19 117  | 19 465  | 19 812  | 20 160  | 20 507  | 22  | 20 507      | 20 855 | 21 202  | 21 550  | 21 897  | 22 245  | 22 592  | 22 | 20 507      | 20 855 | 21 202  | 21 550  | 21 897  | 22 245  | 22 592  |
| 22     | 94 409      | 94 762 | 95 115 | 95 469 | 95 822  | 96 175  | 96 528  | 22 | 20 507      | 20 855 | 21 202  | 21 550  | 21 897  | 22 245  | 22 592  | 23  | 22 592      | 22 939 | 23 287  | 23 634  | 23 982  | 24 329  | 24 676  | 23 | 22 592      | 22 939 | 23 287  | 23 634  | 23 982  | 24 329  | 24 676  |
| 23     | 96 528      | 96 881 | 97 234 | 97 587 | 97 940  | 98 293  | 98 645  | 23 | 22 592      | 22 939 | 23 287  | 23 634  | 23 982  | 24 329  | 24 676  | 24  | 24 676      | 25 024 | 25 371  | 25 718  | 26 065  | 26 413  | 26 760  | 24 | 24 676      | 25 024 | 25 371  | 25 718  | 26 065  | 26 413  | 26 760  |
| 24     | 98 645      | 98 998 | 99 351 | 99 704 | 100 057 | 100 410 | 100 763 | 24 | 24 676      | 25 024 | 25 371  | 25 718  | 26 065  | 26 413  | 26 760  | 25  | 1.51 26 760 | 27 107 | 27 454  | 27 801  | 28 149  | 28 496  | 28 843  | 25 | 1.51 26 760 | 27 107 | 27 454  | 27 801  | 28 149  | 28 496  | 28 843  |
| 25     | 1.50 00 763 | 01 115 | 01 468 | 01 821 | 02 174  | 02 527  | 02 879  | 25 | 1.51 26 760 | 27 107 | 27 454  | 27 801  | 28 149  | 28 496  | 28 843  | 26  | 28 843      | 29 190 | 29 537  | 29 884  | 30 231  | 30 578  | 30 925  | 26 | 28 843      | 29 190 | 29 537  | 29 884  | 30 231  | 30 578  | 30 925  |
| 26     | 02 879      | 03 232 | 03 585 | 03 937 | 04 290  | 04 643  | 04 995  | 26 | 28 843      | 29 190 | 29 537  | 29 884  | 30 231  | 30 578  | 30 925  | 27  | 30 925      | 31 273 | 31 620  | 31 967  | 32 314  | 32 661  | 33 007  | 27 | 30 925      | 31 273 | 31 620  | 31 967  | 32 314  | 32 661  | 33 007  |
| 27     | 04 995      | 05 348 | 05 701 | 06 053 | 06 406  | 06 758  | 07 111  | 27 | 30 925      | 31 273 | 31 620  | 31 967  | 32 314  | 32 661  | 33 007  | 28  | 33 007      | 33 354 | 33 701  | 34 048  | 34 395  | 34 742  | 35 089  | 28 | 33 007      | 33 354 | 33 701  | 34 048  | 34 395  | 34 742  | 35 089  |
| 28     | 07 111      | 07 463 | 07 816 | 08 168 | 08 521  | 08 873  | 09 226  | 28 | 33 007      | 33 354 | 33 701  | 34 048  | 34 395  | 34 742  | 35 089  | 29  | 35 089      | 35 436 | 35 783  | 36 129  | 36 476  | 36 823  | 37 170  | 29 | 35 089      | 35 436 | 35 783  | 36 129  | 36 476  | 36 823  | 37 170  |
| 29     | 09 226      | 09 578 | 09 931 | 10 283 | 10 635  | 10 988  | 11 340  | 29 | 35 089      | 35 436 | 35 783  | 36 129  | 36 476  | 36 823  | 37 170  | 30  | 1.51 37 170 | 37 517 | 37 863  | 38 210  | 38 557  | 38 904  | 39 250  | 30 | 1.51 37 170 | 37 517 | 37 863  | 38 210  | 38 557  | 38 904  | 39 250  |
| 30     | 1.50 11 340 | 11 692 | 12 045 | 12 397 | 12 749  | 13 102  | 13 454  | 30 | 1.51 37 170 | 37 517 | 37 863  | 38 210  | 38 557  | 38 904  | 39 250  | 31  | 39 250      | 39 597 | 39 944  | 40 290  | 40 637  | 40 983  | 41      |    |             |        |         |         |         |         |         |



Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |     |             |        |        |         |         |         |         |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 42°    |             |         |         |         |         |         |         | 43° |             |        |        |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.51 99 350 | 99 694  | 00 038  | 00 382  | 00 726  | 01 070  | 01 414  | 0   | 1.53 22 320 | 22 659 | 22 998 | 23 337  | 23 676  | 24 015  | 24 354  |
| 1      | 1.52 01 414 | 01 758  | 02 102  | 02 446  | 02 790  | 03 134  | 03 478  | 1   | 24 354      | 24 693 | 25 032 | 25 371  | 25 710  | 26 049  | 26 388  |
| 2      | 03 478      | 03 822  | 04 166  | 04 510  | 04 854  | 05 198  | 05 542  | 2   | 26 388      | 26 727 | 27 066 | 27 405  | 27 743  | 28 082  | 28 421  |
| 3      | 05 542      | 05 886  | 06 230  | 06 573  | 06 917  | 07 261  | 07 605  | 3   | 28 421      | 28 760 | 29 099 | 29 438  | 29 776  | 30 115  | 30 454  |
| 4      | 07 605      | 07 949  | 08 292  | 08 636  | 08 980  | 09 324  | 09 667  | 4   | 30 454      | 30 793 | 31 132 | 31 470  | 31 809  | 32 148  | 32 486  |
| 5      | 1.52 09 667 | 10 011  | 10 355  | 10 698  | 11 042  | 11 386  | 11 729  | 5   | 1.53 32 486 | 32 825 | 33 164 | 33 502  | 33 841  | 34 180  | 34 518  |
| 6      | 11 729      | 12 073  | 12 416  | 12 760  | 13 103  | 13 447  | 13 791  | 6   | 34 518      | 34 857 | 35 196 | 35 534  | 35 873  | 36 211  | 36 550  |
| 7      | 13 791      | 14 134  | 14 478  | 14 821  | 15 165  | 15 508  | 15 851  | 7   | 36 550      | 36 888 | 37 227 | 37 565  | 37 904  | 38 242  | 38 581  |
| 8      | 15 851      | 16 195  | 16 538  | 16 882  | 17 225  | 17 568  | 17 912  | 8   | 38 581      | 38 919 | 39 258 | 39 596  | 39 934  | 40 273  | 40 611  |
| 9      | 17 912      | 18 255  | 18 598  | 18 942  | 19 285  | 19 628  | 19 972  | 9   | 40 611      | 40 949 | 41 288 | 41 626  | 41 964  | 42 303  | 42 641  |
| 10     | 1.52 19 972 | 20 315  | 20 658  | 21 001  | 21 345  | 21 688  | 22 031  | 10  | 1.53 42 641 | 42 979 | 43 318 | 43 656  | 43 994  | 44 332  | 44 671  |
| 11     | 22 031      | 22 374  | 22 717  | 23 060  | 23 403  | 23 747  | 24 090  | 11  | 44 671      | 45 009 | 45 347 | 45 685  | 46 023  | 46 361  | 46 700  |
| 12     | 24 090      | 24 433  | 24 776  | 25 119  | 25 462  | 25 805  | 26 148  | 12  | 46 700      | 47 038 | 47 376 | 47 714  | 48 052  | 48 390  | 48 728  |
| 13     | 26 148      | 26 491  | 26 834  | 27 177  | 27 520  | 27 863  | 28 206  | 13  | 48 728      | 49 066 | 49 404 | 49 742  | 50 080  | 50 418  | 50 756  |
| 14     | 28 206      | 28 549  | 28 892  | 29 235  | 29 578  | 29 920  | 30 263  | 14  | 50 756      | 51 094 | 51 432 | 51 770  | 52 108  | 52 446  | 52 784  |
| 15     | 1.52 30 263 | 30 606  | 30 949  | 31 292  | 31 634  | 31 977  | 32 320  | 15  | 1.53 52 784 | 53 122 | 53 459 | 53 797  | 54 135  | 54 473  | 54 811  |
| 16     | 32 320      | 32 663  | 33 005  | 33 348  | 33 691  | 34 034  | 34 376  | 16  | 54 811      | 55 149 | 55 486 | 55 824  | 56 162  | 56 500  | 56 837  |
| 17     | 34 376      | 34 719  | 35 062  | 35 404  | 35 747  | 36 089  | 36 432  | 17  | 56 837      | 57 175 | 57 513 | 57 850  | 58 188  | 58 526  | 58 863  |
| 18     | 36 432      | 36 775  | 37 117  | 37 460  | 37 802  | 38 145  | 38 487  | 18  | 58 863      | 59 201 | 59 539 | 59 876  | 60 214  | 60 552  | 60 889  |
| 19     | 38 487      | 38 830  | 39 172  | 39 515  | 39 857  | 40 200  | 40 542  | 19  | 60 889      | 61 227 | 61 564 | 61 902  | 62 239  | 62 577  | 62 914  |
| 20     | 1.52 40 542 | 40 884  | 41 227  | 41 569  | 41 912  | 42 254  | 42 596  | 20  | 1.53 62 914 | 63 252 | 63 589 | 63 927  | 64 264  | 64 602  | 64 939  |
| 21     | 42 596      | 42 939  | 43 281  | 43 623  | 43 965  | 44 308  | 44 650  | 21  | 64 939      | 65 276 | 65 614 | 65 951  | 66 288  | 66 626  | 66 963  |
| 22     | 44 650      | 44 992  | 45 334  | 45 677  | 46 019  | 46 361  | 46 703  | 22  | 66 963      | 67 300 | 67 637 | 67 975  | 68 312  | 68 650  | 68 987  |
| 23     | 46 703      | 47 045  | 47 387  | 47 730  | 48 072  | 48 414  | 48 756  | 23  | 68 987      | 69 324 | 69 661 | 69 999  | 70 336  | 70 673  | 71 010  |
| 24     | 48 756      | 49 098  | 49 440  | 49 782  | 50 124  | 50 466  | 50 808  | 24  | 71 010      | 71 347 | 71 684 | 72 022  | 72 359  | 72 696  | 73 033  |
| 25     | 1.52 50 808 | 51 150  | 51 492  | 51 834  | 52 176  | 52 518  | 52 860  | 25  | 1.53 73 033 | 73 370 | 73 707 | 74 044  | 74 381  | 74 718  | 75 055  |
| 26     | 52 860      | 53 202  | 53 543  | 53 885  | 54 227  | 54 569  | 54 911  | 26  | 75 055      | 75 392 | 75 729 | 76 066  | 76 403  | 76 740  | 77 077  |
| 27     | 54 911      | 55 253  | 55 594  | 55 936  | 56 278  | 56 620  | 56 962  | 27  | 77 077      | 77 414 | 77 751 | 78 088  | 78 425  | 78 762  | 79 099  |
| 28     | 56 962      | 57 303  | 57 645  | 57 987  | 58 328  | 58 670  | 59 012  | 28  | 79 099      | 79 435 | 79 772 | 80 109  | 80 446  | 80 783  | 81 119  |
| 29     | 59 012      | 59 353  | 59 695  | 60 037  | 60 378  | 60 720  | 61 061  | 29  | 81 119      | 81 456 | 81 793 | 82 130  | 82 466  | 82 803  | 83 140  |
| 30     | 1.52 61 061 | 61 403  | 61 744  | 62 086  | 62 428  | 62 769  | 63 111  | 30  | 1.53 83 140 | 83 477 | 83 813 | 84 150  | 84 487  | 84 823  | 85 160  |
| 31     | 63 111      | 63 452  | 63 793  | 64 135  | 64 476  | 64 818  | 65 159  | 31  | 85 160      | 85 496 | 85 833 | 86 170  | 86 506  | 86 843  | 87 179  |
| 32     | 65 159      | 65 501  | 65 842  | 66 183  | 66 525  | 66 866  | 67 207  | 32  | 87 179      | 87 516 | 87 852 | 88 189  | 88 525  | 88 862  | 89 198  |
| 33     | 67 207      | 67 549  | 67 890  | 68 231  | 68 573  | 68 914  | 69 255  | 33  | 89 198      | 89 535 | 89 871 | 90 208  | 90 544  | 90 880  | 91 217  |
| 34     | 69 255      | 69 596  | 69 937  | 70 279  | 70 620  | 70 961  | 71 302  | 34  | 91 217      | 91 553 | 91 890 | 92 226  | 92 562  | 92 899  | 93 235  |
| 35     | 1.52 71 302 | 71 643  | 71 984  | 72 326  | 72 667  | 73 008  | 73 349  | 35  | 1.53 93 235 | 93 571 | 93 908 | 94 244  | 94 580  | 94 916  | 95 253  |
| 36     | 73 349      | 73 690  | 74 031  | 74 372  | 74 713  | 75 054  | 75 395  | 36  | 95 253      | 95 589 | 95 925 | 96 261  | 96 597  | 96 934  | 97 270  |
| 37     | 75 395      | 75 736  | 76 077  | 76 418  | 76 759  | 77 100  | 77 441  | 37  | 97 270      | 97 606 | 97 942 | 98 278  | 98 614  | 98 950  | 99 286  |
| 38     | 77 441      | 77 782  | 78 122  | 78 463  | 78 804  | 79 145  | 79 486  | 38  | 99 286      | 99 622 | 99 958 | 100 295 | 100 631 | 100 967 | 101 303 |
| 39     | 79 486      | 79 827  | 80 167  | 80 508  | 80 849  | 81 190  | 81 530  | 39  | 1.54 01 303 | 01 639 | 01 975 | 02 311  | 02 646  | 02 982  | 03 318  |
| 40     | 1.52 81 530 | 81 871  | 82 212  | 82 553  | 82 893  | 83 234  | 83 575  | 40  | 1.54 03 318 | 03 654 | 03 990 | 04 326  | 04 662  | 04 998  | 05 334  |
| 41     | 83 575      | 83 915  | 84 256  | 84 596  | 84 937  | 85 278  | 85 618  | 41  | 05 334      | 05 669 | 06 005 | 06 341  | 06 677  | 07 013  | 07 348  |
| 42     | 85 618      | 85 959  | 86 299  | 86 640  | 86 980  | 87 321  | 87 661  | 42  | 07 348      | 07 684 | 08 020 | 08 356  | 08 691  | 09 027  | 09 363  |
| 43     | 87 661      | 88 002  | 88 342  | 88 683  | 89 023  | 89 364  | 89 704  | 43  | 09 363      | 09 698 | 10 034 | 10 370  | 10 705  | 11 041  | 11 377  |
| 44     | 89 704      | 90 044  | 90 385  | 90 725  | 91 066  | 91 406  | 91 746  | 44  | 11 377      | 11 712 | 12 048 | 12 383  | 12 719  | 13 055  | 13 390  |
| 45     | 1.52 91 746 | 92 087  | 92 427  | 92 767  | 93 107  | 93 448  | 93 788  | 45  | 1.54 13 390 | 13 726 | 14 061 | 14 397  | 14 732  | 15 068  | 15 403  |
| 46     | 93 788      | 94 128  | 94 468  | 94 809  | 95 149  | 95 489  | 95 829  | 46  | 15 403      | 15 738 | 16 074 | 16 409  | 16 745  | 17 080  | 17 416  |
| 47     | 95 829      | 96 169  | 96 509  | 96 850  | 97 190  | 97 530  | 97 870  | 47  | 17 416      | 17 751 | 18 086 | 18 422  | 18 757  | 19 092  | 19 428  |
| 48     | 97 870      | 98 210  | 98 550  | 98 890  | 99 230  | 99 570  | 99 910  | 48  | 19 428      | 19 763 | 20 098 | 20 433  | 20 769  | 21 104  | 21 439  |
| 49     | 99 910      | 100 250 | 100 590 | 100 930 | 101 270 | 101 610 | 101 950 | 49  | 21 439      | 21 774 | 22 110 | 22 445  | 22 780  | 23 115  | 23 450  |
| 50     | 1.53 01 950 | 02 290  | 02 629  | 02 969  | 03 309  | 03 649  | 03 989  | 50  | 1.54 23 450 | 23 785 | 24 121 | 24 456  | 24 791  | 25 126  | 25 461  |
| 51     | 03 989      | 04 329  | 04 669  | 05 008  | 05 348  | 05 688  | 06 028  | 51  | 25 461      | 25 796 | 26 131 | 26 466  | 26 801  | 27 136  | 27 471  |
| 52     | 06 028      | 06 367  | 06 707  | 07 047  | 07 386  | 07 726  | 08 066  | 52  | 27 471      | 27 806 | 28 141 | 28 476  | 28 811  | 29 146  | 29 481  |
| 53     | 08 066      | 08 405  | 08 745  | 09 085  | 09 424  | 09 764  | 10 104  | 53  | 29 481      | 29 816 | 30 151 | 30 486  | 30 820  | 31 155  | 31 490  |
| 54     | 10 104      | 10 443  | 10 783  | 11 122  | 11 462  | 11 801  | 12 141  | 54  | 31 490      | 31 825 | 32 160 | 32 495  | 32 829  | 33 164  | 33 499  |
| 55     | 1.53 12 141 | 12 480  | 12 820  | 13 159  | 13 499  | 13 838  | 14 178  | 55  | 1.54 33 499 | 33 834 | 34 168 | 34 503  | 34 838  | 35 173  | 35 507  |
| 56     | 14 178      | 14 517  | 14 856  | 15 196  | 15 535  | 15 875  | 16 214  | 56  | 35 507      | 35 842 | 36 177 | 36 511  | 36 846  | 37 181  | 37 515  |
| 57     | 16 214      | 16 553  | 16 892  | 17 232  | 17 571  | 17 910  | 18 250  | 57  | 37 515      | 37 850 | 38 184 | 38 519  | 38 854  | 39 188  | 39 523  |
| 58     | 18 250      | 18 589  | 18 928  | 19 267  | 19 607  | 19 946  | 20 285  | 58  | 39 523      | 39 857 | 40 192 | 40 526  | 40 861  | 41 195  | 41 530  |
| 59     | 20 285      | 20 624  | 20 963  | 21 302  | 21 642  | 21 981  | 22 320  | 59  | 41 530      | 41 864 | 42 199 | 42 533  | 42 867  | 43 202  | 43 536  |

|   | 344   | 343   | 342   | 341   | 340   | 339   | 338   | 337   | 336   | 335   | 334   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 34.4  | 34.3  | 34.2  | 34.1  | 34.0  | 33.9  | 33.8  | 33.7  | 33.6  | 33.5  | 33.4  | 1 |
| 2 | 68.8  | 68.6  | 68.4  | 68.2  | 68.0  | 67.8  | 67.6  | 67.4  | 67.2  | 67.0  | 66.8  | 2 |
| 3 | 103.2 | 102.9 | 102.6 | 102.3 | 102.0 | 101.7 | 101.4 | 101.1 | 100.8 | 100.5 | 100.2 | 3 |
| 4 | 137.6 | 137.2 | 136.8 | 136.4 | 136.0 | 135.6 | 135.2 | 134.8 | 134.4 | 134.0 | 133.6 | 4 |
| 5 | 172.0 | 171.5 | 171.0 | 170.5 | 170.0 | 169.5 | 169.0 | 168.5 | 168.0 | 167.5 | 167.0 | 5 |
| 6 | 206.4 | 205.8 | 205.2 | 204.6 | 204.0 | 203.4 | 202.8 | 202.2 | 201.6 | 201.0 | 200.4 | 6 |
| 7 | 240.8 | 240.1 | 239.4 | 238.7 | 238.0 | 237.3 | 236.6 | 235.9 | 235.2 | 234.5 | 233.8 | 7 |
| 8 | 275.2 | 274.4 | 273.6 | 272.8 | 272.0 | 271.2 | 270.4 | 269.6 | 268.8 | 268.0 | 267.2 | 8 |
| 9 | 309.6 | 308.7 | 307.8 | 306.9 | 306.0 | 305.1 | 304.2 | 303.3 | 302.4 | 301.5 | 300.6 | 9 |

Tafel IV.

| log M.      |             |        |         |         |         |         |         |             |             |        |        |        |        |         |         |  |
|-------------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--|
| 11°         |             |        |         |         |         |         |         | 15°         |             |        |        |        |        |         |         |  |
| $\vartheta$ | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | $\vartheta$ | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     |  |
| 0           | 1.54 43 536 | 43 871 | 44 205  | 44 539  | 44 874  | 45 208  | 45 542  | 0           | 1.55 63 113 | 63 443 | 63 773 | 64 103 | 64 433 | 64 763  | 65 093  |  |
| 1           | 45 542      | 45 877 | 46 211  | 46 545  | 46 879  | 47 214  | 47 548  | 1           | 65 093      | 65 423 | 65 753 | 66 082 | 66 412 | 66 742  | 67 072  |  |
| 2           | 47 548      | 47 882 | 48 216  | 48 551  | 48 885  | 49 219  | 49 553  | 2           | 67 072      | 67 402 | 67 732 | 68 062 | 68 391 | 68 721  | 69 051  |  |
| 3           | 49 553      | 49 887 | 50 221  | 50 555  | 50 890  | 51 224  | 51 558  | 3           | 69 051      | 69 381 | 69 710 | 70 040 | 70 370 | 70 700  | 71 029  |  |
| 4           | 51 558      | 51 892 | 52 226  | 52 560  | 52 894  | 53 228  | 53 562  | 4           | 71 029      | 71 359 | 71 689 | 72 018 | 72 348 | 72 678  | 73 007  |  |
| 5           | 1.54 53 562 | 53 896 | 54 230  | 54 564  | 54 898  | 55 232  | 55 566  | 5           | 1.55 73 007 | 73 337 | 73 666 | 73 996 | 74 326 | 74 655  | 74 985  |  |
| 6           | 55 566      | 55 900 | 56 234  | 56 568  | 56 901  | 57 235  | 57 569  | 6           | 74 985      | 75 314 | 75 644 | 75 973 | 76 303 | 76 632  | 76 962  |  |
| 7           | 57 569      | 57 903 | 58 237  | 58 571  | 58 904  | 59 238  | 59 572  | 7           | 76 962      | 77 291 | 77 621 | 77 950 | 78 280 | 78 609  | 78 939  |  |
| 8           | 59 572      | 59 906 | 60 240  | 60 573  | 60 907  | 61 241  | 61 575  | 8           | 78 939      | 79 268 | 79 597 | 79 927 | 80 256 | 80 586  | 80 915  |  |
| 9           | 61 575      | 61 908 | 62 242  | 62 576  | 62 909  | 63 243  | 63 577  | 9           | 80 915      | 81 244 | 81 574 | 81 903 | 82 232 | 82 562  | 82 891  |  |
| 10          | 1.54 63 577 | 63 910 | 64 244  | 64 577  | 64 911  | 65 245  | 65 578  | 10          | 1.55 82 891 | 83 220 | 83 549 | 83 879 | 84 208 | 84 537  | 84 866  |  |
| 11          | 65 578      | 65 912 | 66 245  | 66 579  | 66 912  | 67 246  | 67 579  | 11          | 84 866      | 85 195 | 85 525 | 85 854 | 86 183 | 86 512  | 86 841  |  |
| 12          | 67 579      | 67 913 | 68 246  | 68 580  | 68 913  | 69 246  | 69 580  | 12          | 86 841      | 87 170 | 87 500 | 87 829 | 88 158 | 88 487  | 88 816  |  |
| 13          | 69 580      | 69 913 | 70 247  | 70 580  | 70 913  | 71 247  | 71 580  | 13          | 88 816      | 89 145 | 89 474 | 89 803 | 90 132 | 90 461  | 90 790  |  |
| 14          | 71 580      | 71 913 | 72 247  | 72 580  | 72 913  | 73 247  | 73 580  | 14          | 90 790      | 91 119 | 91 448 | 91 777 | 92 106 | 92 435  | 92 764  |  |
| 15          | 1.54 73 580 | 73 913 | 74 246  | 74 580  | 74 913  | 75 246  | 75 579  | 15          | 1.55 92 764 | 93 093 | 93 422 | 93 751 | 94 079 | 94 408  | 94 737  |  |
| 16          | 75 579      | 75 912 | 76 245  | 76 579  | 76 912  | 77 245  | 77 578  | 16          | 94 737      | 95 066 | 95 395 | 95 724 | 96 053 | 96 381  | 96 710  |  |
| 17          | 77 578      | 77 911 | 78 244  | 78 577  | 78 910  | 79 243  | 79 576  | 17          | 96 710      | 97 039 | 97 368 | 97 696 | 98 025 | 98 354  | 98 683  |  |
| 18          | 79 576      | 79 909 | 80 242  | 80 575  | 80 908  | 81 241  | 81 574  | 18          | 98 683      | 99 011 | 99 340 | 99 669 | 99 997 | 100 326 | 100 655 |  |
| 19          | 81 574      | 81 907 | 82 240  | 82 573  | 82 906  | 83 239  | 83 572  | 19          | 1.56 00 655 | 00 983 | 01 312 | 01 641 | 01 969 | 02 298  | 02 626  |  |
| 20          | 1.54 83 572 | 83 905 | 84 238  | 84 570  | 84 903  | 85 236  | 85 569  | 20          | 1.56 02 626 | 02 955 | 03 284 | 03 612 | 03 941 | 04 269  | 04 598  |  |
| 21          | 85 569      | 85 902 | 86 235  | 86 567  | 86 900  | 87 233  | 87 566  | 21          | 04 598      | 04 926 | 05 255 | 05 583 | 05 912 | 06 240  | 06 569  |  |
| 22          | 87 566      | 87 898 | 88 231  | 88 564  | 88 900  | 89 229  | 89 562  | 22          | 06 569      | 06 897 | 07 225 | 07 554 | 07 882 | 08 211  | 08 539  |  |
| 23          | 89 562      | 89 894 | 90 227  | 90 560  | 90 892  | 91 225  | 91 558  | 23          | 08 539      | 08 867 | 09 196 | 09 524 | 09 852 | 10 181  | 10 509  |  |
| 24          | 91 558      | 91 890 | 92 223  | 92 555  | 92 888  | 93 220  | 93 553  | 24          | 10 509      | 10 837 | 11 166 | 11 494 | 11 822 | 12 150  | 12 479  |  |
| 25          | 1.54 93 553 | 93 885 | 94 218  | 94 550  | 94 883  | 95 215  | 95 548  | 25          | 1.56 12 479 | 12 807 | 13 135 | 13 463 | 13 792 | 14 120  | 14 448  |  |
| 26          | 95 548      | 95 880 | 96 213  | 96 545  | 96 877  | 97 210  | 97 542  | 26          | 14 448      | 14 776 | 15 104 | 15 432 | 15 760 | 16 089  | 16 417  |  |
| 27          | 97 542      | 97 874 | 98 207  | 98 539  | 98 871  | 99 204  | 99 536  | 27          | 16 417      | 16 745 | 17 073 | 17 401 | 17 729 | 18 057  | 18 385  |  |
| 28          | 99 536      | 99 868 | 100 201 | 100 533 | 100 865 | 101 197 | 101 530 | 28          | 18 385      | 18 713 | 19 041 | 19 369 | 19 697 | 20 025  | 20 353  |  |
| 29          | 1.55 01 523 | 01 852 | 02 184  | 02 516  | 02 848  | 03 180  | 03 512  | 29          | 20 353      | 20 681 | 21 009 | 21 337 | 21 665 | 21 993  | 22 321  |  |
| 30          | 1.55 03 520 | 03 855 | 04 187  | 04 519  | 04 851  | 05 183  | 05 515  | 30          | 1.56 22 321 | 22 648 | 22 976 | 23 304 | 23 632 | 23 960  | 24 288  |  |
| 31          | 05 515      | 05 847 | 06 179  | 06 512  | 06 844  | 07 176  | 07 508  | 31          | 24 288      | 24 615 | 24 943 | 25 271 | 25 599 | 25 927  | 26 254  |  |
| 32          | 07 508      | 07 840 | 08 172  | 08 504  | 08 835  | 09 167  | 09 499  | 32          | 26 254      | 26 582 | 26 910 | 27 238 | 27 565 | 27 893  | 28 221  |  |
| 33          | 09 499      | 09 831 | 10 163  | 10 495  | 10 827  | 11 159  | 11 491  | 33          | 28 221      | 28 548 | 28 876 | 29 204 | 29 531 | 29 859  | 30 187  |  |
| 34          | 11 491      | 11 823 | 12 154  | 12 486  | 12 818  | 13 150  | 13 482  | 34          | 30 187      | 30 514 | 30 842 | 31 169 | 31 497 | 31 825  | 32 152  |  |
| 35          | 1.55 13 482 | 13 813 | 14 145  | 14 477  | 14 809  | 15 140  | 15 472  | 35          | 1.56 32 152 | 32 480 | 32 807 | 33 135 | 33 462 | 33 790  | 34 117  |  |
| 36          | 15 472      | 15 804 | 16 135  | 16 467  | 16 799  | 17 130  | 17 462  | 36          | 34 117      | 34 445 | 34 772 | 35 100 | 35 427 | 35 754  | 36 082  |  |
| 37          | 17 462      | 17 794 | 18 125  | 18 457  | 18 789  | 19 120  | 19 452  | 37          | 36 082      | 36 409 | 36 737 | 37 064 | 37 391 | 37 719  | 38 046  |  |
| 38          | 19 452      | 19 783 | 20 115  | 20 446  | 20 778  | 21 109  | 21 441  | 38          | 38 046      | 38 373 | 38 701 | 39 028 | 39 355 | 39 683  | 40 010  |  |
| 39          | 21 441      | 21 772 | 22 104  | 22 435  | 22 767  | 23 098  | 23 430  | 39          | 40 010      | 40 337 | 40 665 | 40 992 | 41 319 | 41 646  | 41 973  |  |
| 40          | 1.55 23 430 | 23 761 | 24 092  | 24 424  | 24 755  | 25 086  | 25 418  | 40          | 1.56 41 973 | 42 301 | 42 628 | 42 955 | 43 282 | 43 609  | 43 936  |  |
| 41          | 25 418      | 25 749 | 26 080  | 26 412  | 26 743  | 27 074  | 27 406  | 41          | 43 936      | 44 264 | 44 591 | 44 918 | 45 245 | 45 572  | 45 899  |  |
| 42          | 27 406      | 27 737 | 28 068  | 28 399  | 28 731  | 29 062  | 29 393  | 42          | 45 899      | 46 226 | 46 553 | 46 880 | 47 207 | 47 534  | 47 861  |  |
| 43          | 29 393      | 29 724 | 30 055  | 30 387  | 30 718  | 31 049  | 31 380  | 43          | 47 861      | 48 188 | 48 515 | 48 842 | 49 169 | 49 496  | 49 823  |  |
| 44          | 31 380      | 31 711 | 32 042  | 32 373  | 32 704  | 33 035  | 33 367  | 44          | 49 823      | 50 150 | 50 477 | 50 804 | 51 131 | 51 458  | 51 785  |  |
| 45          | 1.55 33 367 | 33 698 | 34 029  | 34 360  | 34 691  | 35 022  | 35 353  | 45          | 1.56 51 785 | 52 112 | 52 438 | 52 765 | 53 092 | 53 419  | 53 746  |  |
| 46          | 35 353      | 35 684 | 36 015  | 36 346  | 36 677  | 37 007  | 37 338  | 46          | 53 746      | 54 072 | 54 399 | 54 726 | 55 053 | 55 380  | 55 706  |  |
| 47          | 37 338      | 37 669 | 38 000  | 38 331  | 38 662  | 38 993  | 39 324  | 47          | 55 706      | 56 033 | 56 360 | 56 686 | 57 013 | 57 340  | 57 666  |  |
| 48          | 39 324      | 39 654 | 39 985  | 40 316  | 40 647  | 40 978  | 41 308  | 48          | 57 666      | 57 993 | 58 320 | 58 646 | 58 973 | 59 300  | 59 626  |  |
| 49          | 41 308      | 41 639 | 41 970  | 42 301  | 42 631  | 42 962  | 43 293  | 49          | 59 626      | 59 953 | 60 279 | 60 606 | 60 933 | 61 259  | 61 586  |  |
| 50          | 1.55 43 293 | 43 624 | 43 954  | 44 285  | 44 616  | 44 946  | 45 277  | 50          | 1.56 61 586 | 61 912 | 62 239 | 62 565 | 62 892 | 63 218  | 63 545  |  |
| 51          | 45 277      | 45 607 | 45 938  | 46 269  | 46 599  | 46 930  | 47 260  | 51          | 63 545      | 63 871 | 64 198 | 64 524 | 64 851 | 65 177  | 65 503  |  |
| 52          | 47 260      | 47 591 | 47 921  | 48 252  | 48 582  | 48 913  | 49 243  | 52          | 65 503      | 65 830 | 66 156 | 66 482 | 66 809 | 67 135  | 67 462  |  |
| 53          | 49 243      | 49 574 | 49 904  | 50 235  | 50 565  | 50 896  | 51 226  | 53          | 67 462      | 67 788 | 68 114 | 68 440 | 68 767 | 69 093  | 69 419  |  |
| 54          | 51 226      | 51 556 | 51 887  | 52 217  | 52 548  | 52 878  | 53 208  | 54          | 69 419      | 69 746 | 70 072 | 70 398 | 70 724 | 71 051  | 71 377  |  |
| 55          | 1.55 53 208 | 53 539 | 53 869  | 54 199  | 54 530  | 54 860  | 55 190  | 55          | 1.56 71 377 | 71 703 | 72 029 | 72 355 | 72 681 | 73 008  | 73 334  |  |
| 56          | 55 190      | 55 520 | 55 851  | 56 181  | 56 511  | 56 841  | 57 172  | 56          | 73 334      | 73 660 | 73 986 | 74 312 | 74 638 | 74 964  | 75 290  |  |
| 57          | 57 172      | 57 502 | 57 832  | 58 162  | 58 492  | 58 822  | 59 152  | 57          | 75 290      | 75 616 | 75 942 | 76 269 | 76 595 | 76 921  | 77 247  |  |
| 58          | 59 152      | 59 483 | 59 813  | 60 143  | 60 473  | 60 803  | 61 133  | 58          | 77 247      | 77 573 | 77 899 | 78 225 | 78 550 | 78 876  | 79 202  |  |
| 59          | 61 133      | 61 463 | 61 793  | 62 123  | 62 453  | 62 783  | 63 113  | 59          | 79 202      | 79 528 | 79 854 | 80 180 | 80 506 | 80 832  | 81 158  |  |

|   | 335   | 334   | 333   | 332   | 331   | 330   | 329   | 328   | 327   | 326   | 325   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 33.5  | 33.4  | 33.3  | 33.2  | 33.1  | 33.0  | 32.9  | 32.8  | 32.7  | 32.6  | 32.5  | 1 |
| 2 | 67.0  | 66.8  | 66.6  | 66.4  | 66.2  | 66.0  | 65.8  | 65.6  | 65.4  | 65.2  | 65.0  | 2 |
| 3 | 100.5 | 100.2 | 99.9  | 99.6  | 99.3  | 99.0  | 98.7  | 98.4  | 98.1  | 97.8  | 97.5  | 3 |
| 4 | 134.0 | 133.6 | 133.2 | 132.8 | 132.4 | 132.0 | 131.6 | 131.2 | 130.8 | 130.4 | 130.0 | 4 |
| 5 | 167.5 | 167.0 | 166.5 | 166.0 | 165.5 | 165.0 | 164.5 | 164.0 | 163.5 | 163.0 | 162.5 | 5 |
| 6 | 201.0 | 200.4 | 199.8 | 199.2 | 198.6 | 198.0 | 197.4 | 196.8 | 196.2 | 195.6 | 195.0 | 6 |
| 7 | 234.5 | 233.8 | 233.1 | 232.4 | 231.7 | 231.0 | 230.3 | 229.6 | 228.9 | 228.2 | 227.5 | 7 |
| 8 | 268.0 | 267.2 | 266.4 | 265.6 | 264.8 | 264.0 | 263.2 | 262.4 | 261.6 | 260.8 | 260.0 | 8 |
| 9 | 301.5 | 300.6 | 299.7 | 298.8 | 297.9 | 297.0 | 296.1 | 295.2 | 294.3 | 293.4 | 292.5 | 9 |



Tafel IV.

| log M.      |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |        |        |        |        |  |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| 46°         |        |        |        |        |        |        |    | 47°         |        |        |        |        |        |        |  |
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |  |
| 1.56 81 158 | 81 484 | 81 809 | 82 135 | 82 461 | 82 787 | 83 113 | 0' | 1.57 97 771 | 98 093 | 98 415 | 98 737 | 99 059 | 99 381 | 99 703 |  |
| 83 113      | 83 439 | 83 764 | 84 090 | 84 416 | 84 742 | 85 067 | 1  | 99 703      | 00 025 | 00 347 | 00 669 | 00 991 | 01 313 | 01 635 |  |
| 85 067      | 85 393 | 85 719 | 86 045 | 86 370 | 86 696 | 87 022 | 2  | 1.58 01 635 | 01 957 | 02 279 | 02 601 | 02 922 | 03 244 | 03 566 |  |
| 87 022      | 87 347 | 87 673 | 87 999 | 88 324 | 88 650 | 88 975 | 3  | 03 566      | 03 888 | 04 210 | 04 532 | 04 853 | 05 175 | 05 497 |  |
| 88 975      | 89 301 | 89 627 | 89 952 | 90 278 | 90 603 | 90 929 | 4  | 05 497      | 05 819 | 06 141 | 06 462 | 06 784 | 07 106 | 07 428 |  |
| 1.56 90 929 | 91 254 | 91 580 | 91 905 | 92 231 | 92 556 | 92 882 | 5  | 1.58 07 428 | 07 749 | 08 071 | 08 393 | 08 714 | 09 036 | 09 358 |  |
| 92 882      | 93 207 | 93 533 | 93 858 | 94 184 | 94 509 | 94 835 | 6  | 09 358      | 09 679 | 10 001 | 10 323 | 10 644 | 10 966 | 11 287 |  |
| 94 835      | 95 160 | 95 485 | 95 811 | 96 136 | 96 461 | 96 787 | 7  | 11 287      | 11 609 | 11 931 | 12 252 | 12 574 | 12 895 | 13 217 |  |
| 96 787      | 97 112 | 97 437 | 97 763 | 98 088 | 98 413 | 98 739 | 8  | 13 217      | 13 538 | 13 860 | 14 181 | 14 503 | 14 824 | 15 146 |  |
| 98 739      | 99 064 | 99 389 | 99 714 | 00 040 | 00 365 | 00 690 | 9  | 15 146      | 15 467 | 15 789 | 16 110 | 16 432 | 16 753 | 17 075 |  |
| 1.57 00 690 | 01 015 | 01 341 | 01 666 | 01 991 | 02 316 | 02 641 | 10 | 1.58 17 075 | 17 396 | 17 717 | 18 039 | 18 360 | 18 682 | 19 003 |  |
| 02 641      | 02 966 | 03 291 | 03 617 | 03 942 | 04 267 | 04 592 | 11 | 19 003      | 19 324 | 19 646 | 19 967 | 20 288 | 20 610 | 20 931 |  |
| 04 592      | 04 917 | 05 242 | 05 567 | 05 892 | 06 217 | 06 542 | 12 | 20 931      | 21 252 | 21 573 | 21 895 | 22 216 | 22 537 | 22 858 |  |
| 06 542      | 06 867 | 07 192 | 07 517 | 07 842 | 08 167 | 08 492 | 13 | 22 858      | 23 180 | 23 501 | 23 822 | 24 143 | 24 464 | 24 786 |  |
| 08 492      | 08 817 | 09 142 | 09 467 | 09 792 | 10 117 | 10 442 | 14 | 24 786      | 25 107 | 25 428 | 25 749 | 26 070 | 26 391 | 26 712 |  |
| 1.57 10 442 | 10 766 | 11 091 | 11 416 | 11 741 | 12 066 | 12 391 | 15 | 1.58 26 712 | 27 034 | 27 355 | 27 676 | 27 997 | 28 318 | 28 639 |  |
| 12 391      | 12 715 | 13 040 | 13 365 | 13 690 | 14 015 | 14 339 | 16 | 28 639      | 28 960 | 29 281 | 29 602 | 29 923 | 30 244 | 30 565 |  |
| 14 339      | 14 664 | 14 989 | 15 314 | 15 638 | 15 963 | 16 288 | 17 | 30 565      | 30 886 | 31 207 | 31 528 | 31 849 | 32 170 | 32 491 |  |
| 16 288      | 16 612 | 16 937 | 17 262 | 17 586 | 17 911 | 18 236 | 18 | 32 491      | 32 812 | 33 133 | 33 453 | 33 774 | 34 095 | 34 416 |  |
| 18 236      | 18 560 | 18 885 | 19 209 | 19 534 | 19 859 | 20 183 | 19 | 34 416      | 34 737 | 35 058 | 35 379 | 35 700 | 36 020 | 36 341 |  |
| 1.57 20 183 | 20 508 | 20 832 | 21 157 | 21 481 | 21 806 | 22 130 | 20 | 1.58 36 341 | 36 662 | 36 983 | 37 304 | 37 624 | 37 945 | 38 266 |  |
| 22 130      | 22 455 | 22 779 | 23 104 | 23 428 | 23 753 | 24 077 | 21 | 38 266      | 38 587 | 38 907 | 39 228 | 39 549 | 39 869 | 40 190 |  |
| 24 077      | 24 402 | 24 726 | 25 050 | 25 375 | 25 699 | 26 023 | 22 | 40 190      | 40 511 | 40 831 | 41 152 | 41 473 | 41 793 | 42 114 |  |
| 26 023      | 26 348 | 26 672 | 26 997 | 27 321 | 27 645 | 27 969 | 23 | 42 114      | 42 435 | 42 755 | 43 076 | 43 396 | 43 717 | 44 038 |  |
| 27 969      | 28 294 | 28 618 | 28 942 | 29 267 | 29 591 | 29 915 | 24 | 44 038      | 44 358 | 44 679 | 44 999 | 45 320 | 45 640 | 45 961 |  |
| 1.57 29 915 | 30 239 | 30 564 | 30 888 | 31 212 | 31 536 | 31 860 | 25 | 1.58 45 961 | 46 281 | 46 602 | 46 922 | 47 243 | 47 563 | 47 884 |  |
| 31 860      | 32 184 | 32 509 | 32 833 | 33 157 | 33 481 | 33 805 | 26 | 47 884      | 48 204 | 48 525 | 48 845 | 49 165 | 49 486 | 49 806 |  |
| 33 805      | 34 129 | 34 453 | 34 777 | 35 101 | 35 426 | 35 750 | 27 | 49 806      | 50 127 | 50 447 | 50 767 | 51 088 | 51 408 | 51 728 |  |
| 35 750      | 36 074 | 36 398 | 36 722 | 37 046 | 37 370 | 37 694 | 28 | 51 728      | 52 049 | 52 369 | 52 689 | 53 010 | 53 330 | 53 650 |  |
| 37 694      | 38 018 | 38 342 | 38 666 | 38 989 | 39 313 | 39 637 | 29 | 53 650      | 53 970 | 54 291 | 54 611 | 54 931 | 55 251 | 55 572 |  |
| 1.57 39 637 | 39 961 | 40 285 | 40 609 | 40 933 | 41 257 | 41 581 | 30 | 1.58 55 572 | 55 892 | 56 212 | 56 532 | 56 852 | 57 172 | 57 493 |  |
| 41 581      | 41 904 | 42 228 | 42 552 | 42 876 | 43 200 | 43 524 | 31 | 57 493      | 57 813 | 58 133 | 58 453 | 58 773 | 59 093 | 59 413 |  |
| 43 524      | 43 847 | 44 171 | 44 495 | 44 819 | 45 142 | 45 466 | 32 | 59 413      | 59 733 | 60 053 | 60 373 | 60 694 | 61 014 | 61 334 |  |
| 45 466      | 45 790 | 46 114 | 46 437 | 46 761 | 47 085 | 47 408 | 33 | 61 334      | 61 654 | 61 974 | 62 294 | 62 614 | 62 934 | 63 254 |  |
| 47 408      | 47 732 | 48 056 | 48 379 | 48 703 | 49 026 | 49 350 | 34 | 63 254      | 63 574 | 63 894 | 64 213 | 64 533 | 64 853 | 65 173 |  |
| 1.57 49 350 | 49 674 | 49 997 | 50 321 | 50 644 | 50 968 | 51 291 | 35 | 1.58 65 173 | 65 493 | 65 813 | 66 133 | 66 453 | 66 773 | 67 093 |  |
| 51 291      | 51 615 | 51 938 | 52 262 | 52 585 | 52 909 | 53 232 | 36 | 67 093      | 67 412 | 67 732 | 68 052 | 68 372 | 68 692 | 69 011 |  |
| 53 232      | 53 556 | 53 879 | 54 203 | 54 526 | 54 850 | 55 173 | 37 | 69 011      | 69 331 | 69 651 | 69 971 | 70 291 | 70 610 | 70 930 |  |
| 55 173      | 55 496 | 55 820 | 56 143 | 56 467 | 56 790 | 57 113 | 38 | 70 930      | 71 250 | 71 569 | 71 889 | 72 209 | 72 529 | 72 848 |  |
| 57 113      | 57 437 | 57 760 | 58 083 | 58 407 | 58 730 | 59 053 | 39 | 72 848      | 73 168 | 73 488 | 73 807 | 74 127 | 74 446 | 74 766 |  |
| 1.57 59 053 | 59 376 | 59 700 | 60 023 | 60 346 | 60 669 | 60 992 | 40 | 1.58 74 766 | 75 086 | 75 405 | 75 725 | 76 044 | 76 364 | 76 684 |  |
| 60 993      | 61 316 | 61 639 | 61 962 | 62 285 | 62 609 | 62 932 | 41 | 76 684      | 77 003 | 77 323 | 77 642 | 77 962 | 78 281 | 78 601 |  |
| 62 932      | 63 255 | 63 578 | 63 901 | 64 224 | 64 547 | 64 870 | 42 | 78 601      | 78 920 | 79 240 | 79 559 | 79 879 | 80 198 | 80 518 |  |
| 64 870      | 65 194 | 65 517 | 65 840 | 66 163 | 66 486 | 66 809 | 43 | 80 518      | 80 837 | 81 156 | 81 476 | 81 795 | 82 115 | 82 434 |  |
| 66 809      | 67 132 | 67 455 | 67 778 | 68 101 | 68 424 | 68 747 | 44 | 82 434      | 82 753 | 83 073 | 83 392 | 83 711 | 84 031 | 84 350 |  |
| 1.57 68 747 | 69 070 | 69 393 | 69 716 | 70 039 | 70 361 | 70 684 | 45 | 1.58 84 350 | 84 669 | 84 989 | 85 308 | 85 627 | 85 947 | 86 266 |  |
| 70 684      | 71 007 | 71 330 | 71 653 | 71 976 | 72 299 | 72 622 | 46 | 86 266      | 86 585 | 86 904 | 87 224 | 87 543 | 87 862 | 88 181 |  |
| 72 622      | 72 944 | 73 267 | 73 590 | 73 913 | 74 236 | 74 558 | 47 | 88 181      | 88 500 | 88 820 | 89 139 | 89 458 | 89 777 | 90 096 |  |
| 74 558      | 74 881 | 75 204 | 75 527 | 75 849 | 76 172 | 76 495 | 48 | 90 096      | 90 415 | 90 734 | 91 054 | 91 373 | 91 692 | 92 011 |  |
| 76 495      | 76 818 | 77 140 | 77 463 | 77 786 | 78 108 | 78 431 | 49 | 92 011      | 92 330 | 92 649 | 92 968 | 93 287 | 93 606 | 93 925 |  |
| 1.57 78 431 | 78 754 | 79 076 | 79 399 | 79 722 | 80 044 | 80 367 | 50 | 1.58 93 925 | 94 244 | 94 563 | 94 882 | 95 201 | 95 520 | 95 839 |  |
| 80 367      | 80 689 | 81 012 | 81 334 | 81 657 | 81 980 | 82 302 | 51 | 95 839      | 96 158 | 96 477 | 96 796 | 97 115 | 97 434 | 97 753 |  |
| 82 302      | 82 625 | 82 947 | 83 270 | 83 592 | 83 915 | 84 237 | 52 | 97 753      | 98 072 | 98 391 | 98 710 | 99 028 | 99 347 | 99 666 |  |
| 84 237      | 84 559 | 84 882 | 85 204 | 85 527 | 85 849 | 86 172 | 53 | 99 666      | 99 985 | 00 304 | 00 623 | 00 941 | 01 260 | 01 579 |  |
| 86 172      | 86 494 | 86 816 | 87 139 | 87 461 | 87 783 | 88 106 | 54 | 1.59 01 579 | 01 898 | 02 217 | 02 535 | 02 854 | 03 173 | 03 492 |  |
| 1.57 88 106 | 88 428 | 88 750 | 89 073 | 89 395 | 89 717 | 90 040 | 55 | 1.59 03 492 | 03 810 | 04 129 | 04 448 | 04 767 | 05 085 | 05 404 |  |
| 90 040      | 90 362 | 90 684 | 91 006 | 91 329 | 91 651 | 91 973 | 56 | 05 404      | 05 723 | 06 041 | 06 360 | 06 679 | 06 997 | 07 316 |  |
| 91 973      | 92 295 | 92 618 | 92 940 | 93 262 | 93 584 | 93 906 | 57 | 07 316      | 07 634 | 07 953 | 08 272 | 08 590 | 08 909 | 09 227 |  |
| 93 906      | 94 228 | 94 551 | 94 873 | 95 195 | 95 517 | 95 839 | 58 | 09 227      | 09 546 | 09 864 | 10 183 | 10 502 | 10 820 | 11 139 |  |
| 95 839      | 96 161 | 96 483 | 96 805 | 97 127 | 97 449 | 97 771 | 59 | 11 139      | 11 457 | 11 776 | 12 094 | 12 412 | 12 731 | 13 049 |  |

|   | 326   | 325   | 324   | 323   | 322   | 321   | 320   | 319   | 318   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 32.6  | 32.5  | 32.4  | 32.3  | 32.2  | 32.1  | 32.0  | 31.9  | 31.8  | 1 |
| 2 | 65.2  | 65.0  | 64.8  | 64.6  | 64.4  | 64.2  | 64.0  | 63.8  | 63.6  | 2 |
| 3 | 97.8  | 97.5  | 97.2  | 96.9  | 96.6  | 96.3  | 96.0  | 95.7  | 95.4  | 3 |
| 4 | 130.4 | 130.0 | 129.6 | 129.2 | 128.8 | 128.4 | 128.0 | 127.6 | 127.2 | 4 |
| 5 | 163.0 | 162.5 | 162.0 | 161.5 | 161.0 | 160.5 | 160.0 | 159.5 | 159.0 | 5 |
| 6 | 195.6 | 195.0 | 194.4 | 193.8 | 193.2 | 192.6 | 192.0 | 191.4 | 190.8 | 6 |
| 7 | 228.2 | 227.5 | 226.8 | 226.1 | 225.4 | 224.7 | 224.0 | 223.3 | 222.6 | 7 |
| 8 | 260.8 | 260.0 | 259.2 | 258.4 | 257.6 | 256.8 | 256.0 | 255.2 | 254.4 | 8 |
| 9 | 293.4 | 292.5 | 291.6 | 290.7 | 289.8 | 288.9 | 288.0 | 287.1 | 286.2 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |         |         |     |             |        |        |        |        |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 48°    |             |        |        |        |        |         |         | 49° |             |        |        |        |        |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     |
| 0      | 1.59 13 049 | 13 368 | 13 686 | 14 005 | 14 323 | 14 642  | 14 960  | 0   | 1.60 27 083 | 27 398 | 27 713 | 28 028 | 28 343 | 28 658  |
| 1      | 14 960      | 15 278 | 15 597 | 15 915 | 16 233 | 16 552  | 16 870  | 1   | 28 973      | 29 288 | 29 603 | 29 918 | 30 233 | 30 548  |
| 2      | 16 870      | 17 188 | 17 507 | 17 825 | 18 143 | 18 462  | 18 780  | 2   | 30 863      | 31 178 | 31 493 | 31 808 | 32 123 | 32 438  |
| 3      | 18 780      | 19 098 | 19 416 | 19 735 | 20 053 | 20 371  | 20 689  | 3   | 32 753      | 33 068 | 33 383 | 33 698 | 34 013 | 34 328  |
| 4      | 20 689      | 21 008 | 21 326 | 21 644 | 21 962 | 22 280  | 22 598  | 4   | 34 643      | 34 958 | 35 272 | 35 587 | 35 902 | 36 217  |
| 5      | 1.59 22 598 | 22 917 | 23 235 | 23 553 | 23 871 | 24 189  | 24 507  | 5   | 1.60 36 532 | 36 847 | 37 162 | 37 476 | 37 791 | 38 106  |
| 6      | 24 507      | 24 825 | 25 143 | 25 462 | 25 780 | 26 098  | 26 416  | 6   | 38 421      | 38 736 | 39 050 | 39 365 | 39 680 | 39 995  |
| 7      | 26 416      | 26 734 | 27 052 | 27 370 | 27 688 | 28 006  | 28 324  | 7   | 40 309      | 40 624 | 40 939 | 41 254 | 41 568 | 41 883  |
| 8      | 28 324      | 28 642 | 28 960 | 29 278 | 29 596 | 29 914  | 30 232  | 8   | 42 198      | 42 512 | 42 827 | 43 142 | 43 456 | 43 771  |
| 9      | 30 232      | 30 550 | 30 867 | 31 185 | 31 503 | 31 821  | 32 139  | 9   | 44 086      | 44 400 | 44 715 | 45 029 | 45 344 | 45 659  |
| 10     | 1.59 32 139 | 32 457 | 32 775 | 33 093 | 33 410 | 33 728  | 34 046  | 10  | 1.60 45 973 | 46 288 | 46 602 | 46 917 | 47 231 | 47 546  |
| 11     | 34 046      | 34 364 | 34 682 | 34 999 | 35 317 | 35 635  | 35 953  | 11  | 47 860      | 48 175 | 48 490 | 48 804 | 49 119 | 49 433  |
| 12     | 35 953      | 36 271 | 36 588 | 36 906 | 37 224 | 37 541  | 37 859  | 12  | 49 747      | 50 062 | 50 376 | 50 691 | 51 005 | 51 320  |
| 13     | 37 859      | 38 177 | 38 495 | 38 812 | 39 130 | 39 448  | 39 765  | 13  | 51 634      | 51 949 | 52 263 | 52 577 | 52 892 | 53 206  |
| 14     | 39 765      | 40 083 | 40 401 | 40 718 | 41 036 | 41 353  | 41 671  | 14  | 53 520      | 53 835 | 54 149 | 54 464 | 54 778 | 55 092  |
| 15     | 1.59 41 671 | 41 989 | 42 306 | 42 624 | 42 941 | 43 259  | 43 576  | 15  | 1.60 55 407 | 55 721 | 56 035 | 56 349 | 56 664 | 56 978  |
| 16     | 43 576      | 43 894 | 44 211 | 44 529 | 44 846 | 45 164  | 45 481  | 16  | 57 292      | 57 607 | 57 921 | 58 235 | 58 549 | 58 863  |
| 17     | 45 481      | 45 799 | 46 116 | 46 434 | 46 751 | 47 069  | 47 386  | 17  | 59 178      | 59 492 | 59 806 | 60 120 | 60 434 | 60 749  |
| 18     | 47 386      | 47 703 | 48 021 | 48 338 | 48 656 | 48 973  | 49 290  | 18  | 61 063      | 61 377 | 61 691 | 62 005 | 62 319 | 62 633  |
| 19     | 49 290      | 49 608 | 49 925 | 50 242 | 50 560 | 50 877  | 51 194  | 19  | 62 948      | 63 262 | 63 576 | 63 890 | 64 204 | 64 518  |
| 20     | 1.59 51 194 | 51 512 | 51 829 | 52 146 | 52 464 | 52 781  | 53 098  | 20  | 1.60 64 832 | 65 146 | 65 460 | 65 774 | 66 088 | 66 402  |
| 21     | 53 098      | 53 415 | 53 733 | 54 050 | 54 367 | 54 684  | 55 001  | 21  | 66 716      | 67 030 | 67 344 | 67 658 | 67 972 | 68 286  |
| 22     | 55 001      | 55 319 | 55 636 | 55 953 | 56 270 | 56 587  | 56 904  | 22  | 68 600      | 68 914 | 69 228 | 69 542 | 69 856 | 70 170  |
| 23     | 56 904      | 57 222 | 57 539 | 57 856 | 58 173 | 58 490  | 58 807  | 23  | 70 483      | 70 797 | 71 111 | 71 425 | 71 739 | 72 053  |
| 24     | 58 807      | 59 124 | 59 441 | 59 758 | 60 075 | 60 392  | 60 709  | 24  | 72 367      | 72 681 | 72 994 | 73 308 | 73 622 | 73 936  |
| 25     | 1.59 60 709 | 61 026 | 61 344 | 61 661 | 61 978 | 62 294  | 62 611  | 25  | 1.60 74 250 | 74 563 | 74 877 | 75 191 | 75 505 | 75 818  |
| 26     | 62 611      | 62 928 | 63 245 | 63 562 | 63 879 | 64 196  | 64 513  | 26  | 76 132      | 76 446 | 76 760 | 77 073 | 77 387 | 77 701  |
| 27     | 64 513      | 64 830 | 65 147 | 65 464 | 65 781 | 66 098  | 66 414  | 27  | 78 014      | 78 328 | 78 642 | 78 955 | 79 269 | 79 583  |
| 28     | 66 414      | 66 731 | 67 048 | 67 365 | 67 682 | 67 999  | 68 315  | 28  | 79 896      | 80 210 | 80 524 | 80 837 | 81 151 | 81 464  |
| 29     | 68 315      | 68 632 | 68 949 | 69 266 | 69 583 | 69 899  | 70 216  | 29  | 81 778      | 82 092 | 82 405 | 82 719 | 83 032 | 83 346  |
| 30     | 1.59 70 216 | 70 533 | 70 850 | 71 166 | 71 483 | 71 800  | 72 116  | 30  | 1.60 83 659 | 83 973 | 84 286 | 84 600 | 84 913 | 85 227  |
| 31     | 72 116      | 72 433 | 72 750 | 73 066 | 73 383 | 73 700  | 74 016  | 31  | 85 540      | 85 854 | 86 167 | 86 481 | 86 794 | 87 108  |
| 32     | 74 016      | 74 333 | 74 650 | 74 966 | 75 283 | 75 600  | 75 916  | 32  | 87 421      | 87 735 | 88 048 | 88 361 | 88 675 | 88 988  |
| 33     | 75 916      | 76 233 | 76 550 | 76 866 | 77 182 | 77 499  | 77 815  | 33  | 89 302      | 89 615 | 89 928 | 90 242 | 90 555 | 90 868  |
| 34     | 77 815      | 78 132 | 78 448 | 78 765 | 79 081 | 79 398  | 79 714  | 34  | 91 182      | 91 495 | 91 808 | 92 122 | 92 435 | 92 748  |
| 35     | 1.59 79 714 | 80 031 | 80 347 | 80 664 | 80 980 | 81 297  | 81 613  | 35  | 1.60 93 061 | 93 375 | 93 688 | 94 001 | 94 314 | 94 628  |
| 36     | 81 613      | 81 929 | 82 246 | 82 562 | 82 879 | 83 195  | 83 511  | 36  | 94 941      | 95 254 | 95 567 | 95 881 | 96 194 | 96 507  |
| 37     | 83 511      | 83 828 | 84 144 | 84 460 | 84 777 | 85 093  | 85 409  | 37  | 96 820      | 97 133 | 97 446 | 97 760 | 98 073 | 98 386  |
| 38     | 85 409      | 85 726 | 86 042 | 86 358 | 86 675 | 86 991  | 87 307  | 38  | 98 699      | 99 012 | 99 325 | 99 638 | 99 951 | 100 264 |
| 39     | 87 307      | 87 623 | 87 940 | 88 256 | 88 572 | 88 888  | 89 204  | 39  | 1.61 00 577 | 00 891 | 01 204 | 01 517 | 01 830 | 02 143  |
| 40     | 1.59 89 204 | 89 521 | 89 837 | 90 153 | 90 469 | 90 785  | 91 101  | 40  | 1.61 02 456 | 02 769 | 03 082 | 03 395 | 03 708 | 04 021  |
| 41     | 91 101      | 91 418 | 91 734 | 92 050 | 92 366 | 92 682  | 92 998  | 41  | 04 334      | 04 647 | 04 960 | 05 273 | 05 585 | 05 898  |
| 42     | 92 998      | 93 314 | 93 630 | 93 946 | 94 262 | 94 578  | 94 894  | 42  | 06 211      | 06 524 | 06 837 | 07 150 | 07 463 | 07 776  |
| 43     | 94 894      | 95 211 | 95 527 | 95 843 | 96 159 | 96 475  | 96 791  | 43  | 08 089      | 08 402 | 08 714 | 09 027 | 09 340 | 09 653  |
| 44     | 96 791      | 97 106 | 97 422 | 97 738 | 98 054 | 98 370  | 98 686  | 44  | 09 966      | 10 278 | 10 591 | 10 904 | 11 217 | 11 530  |
| 45     | 1.59 98 686 | 99 002 | 99 318 | 99 634 | 99 950 | 100 266 | 100 582 | 45  | 1.61 11 842 | 12 155 | 12 468 | 12 781 | 13 093 | 13 406  |
| 46     | 1.60 00 582 | 00 897 | 01 213 | 01 529 | 01 845 | 02 161  | 02 477  | 46  | 13 719      | 14 032 | 14 344 | 14 657 | 14 970 | 15 282  |
| 47     | 02 477      | 02 792 | 03 108 | 03 424 | 03 740 | 04 056  | 04 371  | 47  | 15 595      | 15 908 | 16 220 | 16 533 | 16 846 | 17 158  |
| 48     | 04 371      | 04 687 | 05 003 | 05 319 | 05 634 | 05 950  | 06 266  | 48  | 17 471      | 17 783 | 18 096 | 18 409 | 18 721 | 19 034  |
| 49     | 06 266      | 06 581 | 06 897 | 07 213 | 07 528 | 07 844  | 08 160  | 49  | 19 346      | 19 659 | 19 971 | 20 284 | 20 596 | 20 909  |
| 50     | 1.60 08 160 | 08 475 | 08 791 | 09 107 | 09 422 | 09 738  | 10 054  | 50  | 1.61 21 221 | 21 534 | 21 846 | 22 159 | 22 471 | 22 784  |
| 51     | 10 054      | 10 369 | 10 685 | 11 000 | 11 316 | 11 631  | 11 947  | 51  | 23 096      | 23 409 | 23 721 | 24 034 | 24 346 | 24 659  |
| 52     | 11 947      | 12 262 | 12 578 | 12 894 | 13 209 | 13 525  | 13 840  | 52  | 24 971      | 25 283 | 25 596 | 25 908 | 26 221 | 26 533  |
| 53     | 13 840      | 14 156 | 14 471 | 14 786 | 15 102 | 15 417  | 15 733  | 53  | 26 845      | 27 158 | 27 470 | 27 782 | 28 095 | 28 407  |
| 54     | 15 733      | 16 048 | 16 364 | 16 679 | 16 994 | 17 310  | 17 625  | 54  | 28 719      | 29 032 | 29 344 | 29 656 | 29 968 | 30 281  |
| 55     | 1.60 17 625 | 17 941 | 18 256 | 18 571 | 18 887 | 19 202  | 19 517  | 55  | 1.61 30 593 | 30 905 | 31 217 | 31 530 | 31 842 | 32 154  |
| 56     | 19 517      | 19 833 | 20 148 | 20 463 | 20 779 | 21 094  | 21 409  | 56  | 32 466      | 32 779 | 33 091 | 33 403 | 33 715 | 34 027  |
| 57     | 21 409      | 21 724 | 22 040 | 22 355 | 22 670 | 22 985  | 23 301  | 57  | 34 339      | 34 652 | 34 964 | 35 276 | 35 588 | 35 900  |
| 58     | 23 301      | 23 616 | 23 931 | 24 246 | 24 561 | 24 877  | 25 192  | 58  | 36 212      | 36 524 | 36 836 | 37 148 | 37 461 | 37 773  |
| 59     | 25 192      | 25 507 | 25 822 | 26 137 | 26 452 | 26 767  | 27 083  | 59  | 38 085      | 38 397 | 38 709 | 39 021 | 39 333 | 39 645  |

|   | 319   | 318   | 317   | 316   | 315   | 314   | 313   | 312   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 31.9  | 31.8  | 31.7  | 31.6  | 31.5  | 31.4  | 31.3  | 31.2  | 1 |
| 2 | 63.8  | 63.6  | 63.4  | 63.2  | 63.0  | 62.8  | 62.6  | 62.4  | 2 |
| 3 | 95.7  | 95.4  | 95.1  | 94.8  | 94.5  | 94.2  | 93.9  | 93.6  | 3 |
| 4 | 127.6 | 127.2 | 126.8 | 126.4 | 126.0 | 125.6 | 125.2 | 124.8 | 4 |
| 5 | 159.5 | 159.0 | 158.5 | 158.0 | 157.5 | 157.0 | 156.5 | 156.0 | 5 |
| 6 | 191.4 | 190.8 | 190.2 | 189.6 | 189.0 | 188.4 | 187.8 | 187.2 | 6 |
| 7 | 223.3 | 222.6 | 221.9 | 221.2 | 220.5 | 219.8 | 219.1 | 218.4 | 7 |
| 8 | 255.2 | 254.4 | 253.6 | 252.8 | 252.0 | 251.2 | 250.4 | 249.6 | 8 |
| 9 | 287.1 | 286.2 | 285.3 | 284.4 | 283.5 | 282.6 | 281.7 | 280.8 | 9 |



## Tafel IV.

log M.

| 50°         |         |         |         |         |         |         | 51° |             |         |         |         |         |         |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 1.61 39 957 | 40 269  | 40 581  | 40 893  | 41 205  | 41 517  | 41 829  | 0'  | 1.62 51 754 | 52 063  | 52 372  | 52 681  | 52 991  | 53 300  | 53 609  |
| 41 829      | 42 141  | 42 453  | 42 765  | 43 077  | 43 388  | 43 700  | 1   | 53 609      | 53 918  | 54 227  | 54 536  | 54 845  | 55 154  | 55 463  |
| 43 700      | 44 012  | 44 324  | 44 636  | 44 948  | 45 260  | 45 572  | 2   | 55 463      | 55 772  | 56 081  | 56 390  | 56 699  | 57 008  | 57 317  |
| 45 572      | 45 884  | 46 195  | 46 507  | 46 819  | 47 131  | 47 443  | 3   | 57 317      | 57 626  | 57 935  | 58 244  | 58 553  | 58 862  | 59 171  |
| 47 443      | 47 754  | 48 066  | 48 378  | 48 690  | 49 002  | 49 313  | 4   | 59 171      | 59 480  | 59 789  | 60 098  | 60 407  | 60 716  | 61 024  |
| 1.61 49 313 | 49 625  | 49 937  | 50 249  | 50 560  | 50 872  | 51 184  | 5   | 1.62 61 024 | 61 333  | 61 642  | 61 951  | 62 260  | 62 569  | 62 878  |
| 51 184      | 51 495  | 51 807  | 52 119  | 52 431  | 52 742  | 53 054  | 6   | 62 878      | 63 187  | 63 495  | 63 804  | 64 113  | 64 422  | 64 731  |
| 53 054      | 53 366  | 53 677  | 53 989  | 54 300  | 54 612  | 54 924  | 7   | 64 731      | 65 039  | 65 348  | 65 657  | 65 966  | 66 275  | 66 583  |
| 54 924      | 55 235  | 55 547  | 55 858  | 56 170  | 56 482  | 56 793  | 8   | 66 583      | 66 892  | 67 201  | 67 510  | 67 818  | 68 127  | 68 436  |
| 56 793      | 57 105  | 57 416  | 57 728  | 58 039  | 58 351  | 58 662  | 9   | 68 436      | 68 744  | 69 053  | 69 362  | 69 671  | 69 979  | 70 288  |
| 1.61 58 662 | 58 974  | 59 285  | 59 597  | 59 908  | 60 220  | 60 531  | 10  | 1.62 70 288 | 70 597  | 70 905  | 71 214  | 71 522  | 71 831  | 72 140  |
| 60 531      | 60 843  | 61 154  | 61 466  | 61 777  | 62 089  | 62 400  | 11  | 72 140      | 72 448  | 72 757  | 73 066  | 73 374  | 73 683  | 73 991  |
| 62 400      | 62 711  | 63 023  | 63 334  | 63 646  | 63 957  | 64 268  | 12  | 73 991      | 74 300  | 74 608  | 74 917  | 75 226  | 75 534  | 75 843  |
| 64 268      | 64 580  | 64 891  | 65 202  | 65 514  | 65 825  | 66 136  | 13  | 75 843      | 76 151  | 76 460  | 76 768  | 77 077  | 77 385  | 77 694  |
| 66 136      | 66 448  | 66 759  | 67 070  | 67 382  | 67 693  | 68 004  | 14  | 77 694      | 78 002  | 78 311  | 78 619  | 78 928  | 79 236  | 79 544  |
| 1.61 68 004 | 68 315  | 68 627  | 68 938  | 69 249  | 69 560  | 69 872  | 15  | 1.62 79 544 | 79 853  | 80 161  | 80 470  | 80 778  | 81 087  | 81 395  |
| 69 872      | 70 183  | 70 494  | 70 805  | 71 116  | 71 428  | 71 739  | 16  | 81 395      | 81 703  | 82 012  | 82 320  | 82 628  | 82 937  | 83 245  |
| 71 739      | 72 050  | 72 361  | 72 672  | 72 983  | 73 294  | 73 606  | 17  | 83 245      | 83 553  | 83 862  | 84 170  | 84 478  | 84 787  | 85 095  |
| 73 606      | 73 917  | 74 228  | 74 539  | 74 850  | 75 161  | 75 472  | 18  | 85 095      | 85 403  | 85 712  | 86 020  | 86 328  | 86 636  | 86 945  |
| 75 472      | 75 783  | 76 094  | 76 405  | 76 716  | 77 027  | 77 338  | 19  | 86 945      | 87 253  | 87 561  | 87 869  | 88 178  | 88 486  | 88 794  |
| 1.61 77 338 | 77 649  | 77 960  | 78 271  | 78 582  | 78 893  | 79 204  | 20  | 1.62 88 794 | 89 102  | 89 411  | 89 719  | 90 027  | 90 335  | 90 643  |
| 79 204      | 79 515  | 79 826  | 80 137  | 80 448  | 80 759  | 81 070  | 21  | 90 643      | 90 951  | 91 260  | 91 568  | 91 876  | 92 184  | 92 492  |
| 81 070      | 81 381  | 81 692  | 82 003  | 82 314  | 82 625  | 82 935  | 22  | 92 492      | 92 800  | 93 108  | 93 416  | 93 725  | 94 033  | 94 341  |
| 82 935      | 83 246  | 83 557  | 83 868  | 84 179  | 84 490  | 84 801  | 23  | 94 341      | 94 649  | 94 957  | 95 265  | 95 573  | 95 881  | 96 189  |
| 84 801      | 85 111  | 85 422  | 85 733  | 86 044  | 86 355  | 86 665  | 24  | 96 189      | 96 497  | 96 805  | 97 113  | 97 421  | 97 729  | 98 037  |
| 1.61 86 665 | 86 976  | 87 287  | 87 598  | 87 908  | 88 219  | 88 530  | 25  | 1.62 98 037 | 98 345  | 98 653  | 98 961  | 99 269  | 99 577  | 99 885  |
| 88 530      | 88 841  | 89 151  | 89 462  | 89 773  | 90 084  | 90 394  | 26  | 99 885      | 100 193 | 100 501 | 100 809 | 101 117 | 101 425 | 101 732 |
| 90 394      | 90 705  | 91 016  | 91 326  | 91 637  | 91 948  | 92 258  | 27  | 1.63 01 732 | 02 040  | 02 348  | 02 656  | 02 964  | 03 272  | 03 580  |
| 92 258      | 92 569  | 92 879  | 93 190  | 93 501  | 93 811  | 94 122  | 28  | 03 580      | 03 888  | 04 195  | 04 503  | 04 811  | 05 119  | 05 427  |
| 94 122      | 94 433  | 94 743  | 95 054  | 95 364  | 95 675  | 95 985  | 29  | 05 427      | 05 735  | 06 042  | 06 350  | 06 658  | 06 966  | 07 273  |
| 1.61 95 985 | 96 296  | 96 606  | 96 917  | 97 227  | 97 538  | 97 848  | 30  | 1.63 07 273 | 07 581  | 07 889  | 08 197  | 08 504  | 08 812  | 09 120  |
| 97 848      | 98 159  | 98 469  | 98 780  | 99 090  | 99 401  | 99 711  | 31  | 09 120      | 09 428  | 09 735  | 10 043  | 10 351  | 10 658  | 10 966  |
| 99 711      | 100 022 | 100 332 | 100 642 | 100 953 | 101 263 | 101 573 | 32  | 10 966      | 11 274  | 11 581  | 11 889  | 12 197  | 12 504  | 12 812  |
| 1.62 01 574 | 01 884  | 02 194  | 02 505  | 02 815  | 03 125  | 03 436  | 33  | 12 812      | 13 120  | 13 427  | 13 735  | 14 042  | 14 350  | 14 658  |
| 03 436      | 03 746  | 04 057  | 04 367  | 04 677  | 04 987  | 05 298  | 34  | 14 658      | 14 965  | 15 273  | 15 580  | 15 888  | 16 195  | 16 503  |
| 1.62 05 298 | 05 608  | 05 918  | 06 229  | 06 539  | 06 849  | 07 159  | 35  | 1.63 16 503 | 16 811  | 17 118  | 17 426  | 17 733  | 18 041  | 18 348  |
| 07 159      | 07 470  | 07 780  | 08 090  | 08 400  | 08 711  | 09 021  | 36  | 18 348      | 18 656  | 18 963  | 19 271  | 19 578  | 19 886  | 20 193  |
| 09 021      | 09 331  | 09 641  | 09 951  | 10 262  | 10 572  | 10 882  | 37  | 20 193      | 20 500  | 20 808  | 21 115  | 21 423  | 21 730  | 22 038  |
| 10 882      | 11 192  | 11 502  | 11 812  | 12 122  | 12 433  | 12 743  | 38  | 22 038      | 22 345  | 22 652  | 22 960  | 23 267  | 23 575  | 23 882  |
| 12 743      | 13 053  | 13 363  | 13 673  | 13 983  | 14 293  | 14 603  | 39  | 23 882      | 24 189  | 24 497  | 24 804  | 25 111  | 25 419  | 25 726  |
| 1.62 14 603 | 14 913  | 15 223  | 15 533  | 15 843  | 16 153  | 16 463  | 40  | 1.63 25 726 | 26 033  | 26 341  | 26 648  | 26 955  | 27 262  | 27 570  |
| 16 463      | 16 773  | 17 083  | 17 393  | 17 703  | 18 013  | 18 323  | 41  | 27 570      | 27 877  | 28 184  | 28 492  | 28 799  | 29 106  | 29 413  |
| 18 323      | 18 633  | 18 943  | 19 253  | 19 563  | 19 873  | 20 183  | 42  | 29 413      | 29 721  | 30 028  | 30 335  | 30 642  | 30 949  | 31 257  |
| 20 183      | 20 493  | 20 803  | 21 113  | 21 423  | 21 733  | 22 042  | 43  | 31 257      | 31 564  | 31 871  | 32 178  | 32 485  | 32 792  | 33 100  |
| 22 042      | 22 352  | 22 662  | 22 972  | 23 282  | 23 592  | 23 901  | 44  | 33 100      | 33 407  | 33 714  | 34 021  | 34 328  | 34 635  | 34 942  |
| 1.62 23 901 | 24 211  | 24 521  | 24 831  | 25 141  | 25 451  | 25 760  | 45  | 1.63 34 942 | 35 249  | 35 557  | 35 864  | 36 171  | 36 478  | 36 785  |
| 25 760      | 26 070  | 26 380  | 26 690  | 26 999  | 27 309  | 27 619  | 46  | 36 785      | 37 092  | 37 399  | 37 706  | 38 013  | 38 320  | 38 627  |
| 27 619      | 27 929  | 28 238  | 28 548  | 28 858  | 29 167  | 29 477  | 47  | 38 627      | 38 934  | 39 241  | 39 548  | 39 855  | 40 162  | 40 469  |
| 29 477      | 29 787  | 30 096  | 30 406  | 30 716  | 31 025  | 31 335  | 48  | 40 469      | 40 776  | 41 083  | 41 390  | 41 697  | 42 004  | 42 311  |
| 31 335      | 31 645  | 31 954  | 32 264  | 32 574  | 32 883  | 33 193  | 49  | 42 311      | 42 618  | 42 925  | 43 231  | 43 538  | 43 845  | 44 152  |
| 1.62 33 193 | 33 502  | 33 812  | 34 121  | 34 431  | 34 741  | 35 050  | 50  | 1.63 44 152 | 44 459  | 44 766  | 45 073  | 45 380  | 45 687  | 45 993  |
| 35 050      | 35 360  | 35 669  | 35 979  | 36 288  | 36 598  | 36 907  | 51  | 45 993      | 46 300  | 46 607  | 46 914  | 47 221  | 47 527  | 47 834  |
| 36 907      | 37 217  | 37 526  | 37 836  | 38 145  | 38 455  | 38 764  | 52  | 47 834      | 48 141  | 48 448  | 48 755  | 49 061  | 49 368  | 49 675  |
| 38 764      | 39 074  | 39 383  | 39 692  | 40 002  | 40 311  | 40 621  | 53  | 49 675      | 49 982  | 50 288  | 50 595  | 50 902  | 51 209  | 51 515  |
| 40 621      | 40 930  | 41 239  | 41 549  | 41 858  | 42 168  | 42 477  | 54  | 51 515      | 51 822  | 52 129  | 52 435  | 52 742  | 53 049  | 53 356  |
| 1.62 42 477 | 42 786  | 43 096  | 43 405  | 43 714  | 44 024  | 44 333  | 55  | 1.63 53 356 | 53 662  | 53 969  | 54 275  | 54 582  | 54 889  | 55 195  |
| 44 333      | 44 642  | 44 952  | 45 261  | 45 570  | 45 879  | 46 189  | 56  | 55 195      | 55 502  | 55 809  | 56 115  | 56 422  | 56 728  | 57 035  |
| 46 189      | 46 498  | 46 807  | 47 116  | 47 426  | 47 735  | 48 044  | 57  | 57 035      | 57 342  | 57 648  | 57 955  | 58 261  | 58 568  | 58 874  |
| 48 044      | 48 353  | 48 663  | 48 972  | 49 281  | 49 590  | 49 899  | 58  | 58 874      | 59 181  | 59 487  | 59 794  | 60 101  | 60 407  | 60 714  |
| 49 899      | 50 208  | 50 518  | 50 827  | 51 136  | 51 445  | 51 754  | 59  | 60 714      | 61 020  | 61 327  | 61 633  | 61 939  | 62 246  | 62 552  |

|   | 312   | 311   | 310   | 309   | 308   | 307   | 306   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 31.2  | 31.1  | 31.0  | 30.9  | 30.8  | 30.7  | 30.6  | 1 |
| 2 | 62.4  | 62.2  | 62.0  | 61.8  | 61.6  | 61.4  | 61.2  | 2 |
| 3 | 93.6  | 93.3  | 93.0  | 92.7  | 92.4  | 92.1  | 91.8  | 3 |
| 4 | 124.8 | 124.4 | 124.0 | 123.6 | 123.2 | 122.8 | 122.4 | 4 |
| 5 | 156.0 | 155.5 | 155.0 | 154.5 | 154.0 | 153.5 | 153.0 | 5 |
| 6 | 187.2 | 186.6 | 186.0 | 185.4 | 184.8 | 184.2 | 183.6 | 6 |
| 7 | 218.4 | 217.7 | 217.0 | 216.3 | 215.6 | 214.9 | 214.2 | 7 |
| 8 | 249.6 | 248.8 | 248.0 | 247.2 | 246.4 | 245.6 | 244.8 | 8 |
| 9 | 280.8 | 279.9 | 279.0 | 278.1 | 277.2 | 276.3 | 275.4 | 9 |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |         |         |         |         |     |             |         |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 52°    |             |        |        |         |         |         |         | 53° |             |         |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.63 62 552 | 62.859 | 63 165 | 63 472  | 63 778  | 64 085  | 64 391  | 0   | 1.64 72 426 | 72 730  | 73 034  | 73 338  | 73 642  | 73 946  | 74 250  |
| 1      | 64 391      | 64 697 | 65 004 | 65 310  | 65 617  | 65 923  | 66 229  | 1   | 74 250      | 74 554  | 74 858  | 75 162  | 75 466  | 75 770  | 76 073  |
| 2      | 66 229      | 66 536 | 66 842 | 67 148  | 67 455  | 67 761  | 68 067  | 2   | 76 073      | 76 377  | 76 681  | 76 985  | 77 289  | 77 593  | 77 897  |
| 3      | 68 067      | 68 374 | 68 680 | 68 986  | 69 293  | 69 599  | 69 905  | 3   | 77 897      | 78 201  | 78 504  | 78 808  | 79 112  | 79 416  | 79 720  |
| 4      | 69 905      | 70 212 | 70 518 | 70 824  | 71 130  | 71 437  | 71 743  | 4   | 79 720      | 80 024  | 80 328  | 80 631  | 80 935  | 81 239  | 81 543  |
| 5      | 1.63 71 743 | 72 049 | 72 355 | 72 662  | 72 968  | 73 274  | 73 580  | 5   | 1.64 81 543 | 81 847  | 82 150  | 82 454  | 82 758  | 83 062  | 83 365  |
| 6      | 73 580      | 73 886 | 74 193 | 74 499  | 74 805  | 75 111  | 75 417  | 6   | 83 365      | 83 669  | 83 973  | 84 277  | 84 580  | 84 884  | 85 188  |
| 7      | 75 417      | 75 723 | 76 030 | 76 336  | 76 642  | 76 948  | 77 254  | 7   | 85 188      | 85 491  | 85 795  | 86 099  | 86 403  | 86 706  | 87 010  |
| 8      | 77 254      | 77 560 | 77 866 | 78 172  | 78 478  | 78 785  | 79 091  | 8   | 87 010      | 87 314  | 87 617  | 87 921  | 88 225  | 88 528  | 88 832  |
| 9      | 79 091      | 79 397 | 79 703 | 80 009  | 80 315  | 80 621  | 80 927  | 9   | 88 832      | 89 135  | 89 439  | 89 743  | 90 046  | 90 350  | 90 654  |
| 10     | 1.63 80 927 | 81 233 | 81 539 | 81 845  | 82 151  | 82 457  | 82 763  | 10  | 1.64 90 654 | 90 957  | 91 261  | 91 564  | 91 868  | 92 171  | 92 475  |
| 11     | 82 763      | 83 069 | 83 375 | 83 681  | 83 987  | 84 293  | 84 599  | 11  | 92 475      | 92 779  | 93 082  | 93 386  | 93 689  | 93 993  | 94 296  |
| 12     | 84 599      | 84 905 | 85 211 | 85 517  | 85 822  | 86 128  | 86 434  | 12  | 94 296      | 94 600  | 94 903  | 95 207  | 95 510  | 95 814  | 96 117  |
| 13     | 86 434      | 86 740 | 87 046 | 87 352  | 87 658  | 87 964  | 88 270  | 13  | 96 117      | 96 421  | 96 724  | 97 028  | 97 331  | 97 634  | 97 938  |
| 14     | 88 270      | 88 575 | 88 881 | 89 187  | 89 493  | 89 799  | 90 105  | 14  | 97 938      | 98 241  | 98 545  | 98 848  | 99 152  | 99 455  | 99 758  |
| 15     | 1.63 90 105 | 90 410 | 90 716 | 91 022  | 91 328  | 91 634  | 91 939  | 15  | 1.64 99 758 | 100 062 | 100 365 | 100 669 | 100 972 | 101 275 | 101 579 |
| 16     | 91 939      | 92 245 | 92 551 | 92 857  | 93 163  | 93 468  | 93 774  | 16  | 1.65 01 579 | 01 882  | 02 185  | 02 489  | 02 792  | 03 095  | 03 399  |
| 17     | 93 774      | 94 080 | 94 385 | 94 691  | 94 997  | 95 303  | 95 608  | 17  | 03 399      | 03 702  | 04 005  | 04 309  | 04 612  | 04 915  | 05 219  |
| 18     | 95 608      | 95 914 | 96 220 | 96 525  | 96 831  | 97 137  | 97 442  | 18  | 05 219      | 05 522  | 05 825  | 06 128  | 06 432  | 06 735  | 07 038  |
| 19     | 97 442      | 97 748 | 98 054 | 98 359  | 98 665  | 98 970  | 99 276  | 19  | 07 038      | 07 341  | 07 645  | 07 948  | 08 251  | 08 554  | 08 858  |
| 20     | 1.63 99 276 | 99 582 | 99 887 | 100 193 | 100 498 | 100 804 | 101 110 | 20  | 1.65 08 858 | 09 161  | 09 464  | 09 767  | 10 070  | 10 374  | 10 677  |
| 21     | 1.64 01 110 | 01 415 | 01 721 | 02 026  | 02 332  | 02 637  | 02 943  | 21  | 10 677      | 10 980  | 11 283  | 11 586  | 11 889  | 12 192  | 12 496  |
| 22     | 02 943      | 03 248 | 03 554 | 03 859  | 04 165  | 04 470  | 04 776  | 22  | 12 496      | 12 799  | 13 102  | 13 405  | 13 708  | 14 011  | 14 314  |
| 23     | 04 776      | 05 081 | 05 387 | 05 693  | 05 998  | 06 303  | 06 609  | 23  | 14 314      | 14 617  | 14 920  | 15 224  | 15 527  | 15 830  | 16 133  |
| 24     | 06 609      | 06 914 | 07 220 | 07 525  | 07 830  | 08 136  | 08 441  | 24  | 16 133      | 16 436  | 16 739  | 17 042  | 17 345  | 17 648  | 17 951  |
| 25     | 1.64 08 441 | 08 747 | 09 052 | 09 357  | 09 663  | 09 968  | 10 274  | 25  | 1.65 17 951 | 18 254  | 18 557  | 18 860  | 19 163  | 19 466  | 19 769  |
| 26     | 10 274      | 10 579 | 10 884 | 11 190  | 11 495  | 11 800  | 12 106  | 26  | 19 769      | 20 072  | 20 375  | 20 678  | 20 981  | 21 284  | 21 587  |
| 27     | 12 106      | 12 411 | 12 716 | 13 022  | 13 327  | 13 632  | 13 937  | 27  | 21 587      | 21 890  | 22 193  | 22 495  | 22 798  | 23 101  | 23 404  |
| 28     | 13 937      | 14 243 | 14 548 | 14 853  | 15 158  | 15 464  | 15 769  | 28  | 23 404      | 23 707  | 24 010  | 24 313  | 24 616  | 24 919  | 25 222  |
| 29     | 15 769      | 16 074 | 16 379 | 16 685  | 16 990  | 17 295  | 17 600  | 29  | 25 222      | 25 524  | 25 827  | 26 130  | 26 433  | 26 736  | 27 039  |
| 30     | 1.64 17 600 | 17 905 | 18 211 | 18 516  | 18 821  | 19 126  | 19 431  | 30  | 1.65 27 039 | 27 341  | 27 644  | 27 947  | 28 250  | 28 553  | 28 855  |
| 31     | 19 431      | 19 736 | 20 042 | 20 347  | 20 652  | 20 957  | 21 262  | 31  | 28 855      | 29 158  | 29 461  | 29 764  | 30 067  | 30 369  | 30 672  |
| 32     | 21 262      | 21 567 | 21 872 | 22 177  | 22 483  | 22 788  | 23 093  | 32  | 30 672      | 30 975  | 31 278  | 31 580  | 31 883  | 32 186  | 32 488  |
| 33     | 23 093      | 23 398 | 23 703 | 24 008  | 24 313  | 24 618  | 24 923  | 33  | 32 488      | 32 791  | 33 094  | 33 397  | 33 699  | 34 002  | 34 305  |
| 34     | 24 923      | 25 228 | 25 533 | 25 838  | 26 143  | 26 448  | 26 753  | 34  | 34 305      | 34 607  | 34 910  | 35 213  | 35 515  | 35 818  | 36 121  |
| 35     | 1.64 26 753 | 27 058 | 27 363 | 27 668  | 27 973  | 28 278  | 28 583  | 35  | 1.65 36 121 | 36 423  | 36 726  | 37 028  | 37 331  | 37 634  | 37 936  |
| 36     | 28 583      | 28 888 | 29 193 | 29 498  | 29 803  | 30 108  | 30 412  | 36  | 37 936      | 38 239  | 38 541  | 38 844  | 39 147  | 39 449  | 39 752  |
| 37     | 30 412      | 30 717 | 31 022 | 31 327  | 31 632  | 31 937  | 32 242  | 37  | 39 752      | 40 054  | 40 357  | 40 659  | 40 962  | 41 264  | 41 567  |
| 38     | 32 242      | 32 547 | 32 852 | 33 156  | 33 461  | 33 766  | 34 071  | 38  | 41 567      | 41 869  | 42 172  | 42 475  | 42 777  | 43 080  | 43 382  |
| 39     | 34 071      | 34 376 | 34 681 | 34 985  | 35 290  | 35 595  | 35 900  | 39  | 43 382      | 43 685  | 43 987  | 44 289  | 44 592  | 44 894  | 45 197  |
| 40     | 1.64 35 900 | 36 205 | 36 509 | 36 814  | 37 119  | 37 424  | 37 728  | 40  | 1.65 45 197 | 45 499  | 45 802  | 46 104  | 46 407  | 46 709  | 47 011  |
| 41     | 37 728      | 38 033 | 38 338 | 38 643  | 38 947  | 39 252  | 39 557  | 41  | 47 011      | 47 314  | 47 616  | 47 919  | 48 221  | 48 523  | 48 826  |
| 42     | 39 557      | 39 861 | 40 166 | 40 471  | 40 776  | 41 080  | 41 385  | 42  | 48 826      | 49 128  | 49 431  | 49 733  | 50 035  | 50 338  | 50 640  |
| 43     | 41 385      | 41 690 | 41 994 | 42 299  | 42 603  | 42 908  | 43 213  | 43  | 50 640      | 50 942  | 51 245  | 51 547  | 51 849  | 52 152  | 52 454  |
| 44     | 43 213      | 43 517 | 43 822 | 44 127  | 44 431  | 44 736  | 45 040  | 44  | 52 454      | 52 756  | 53 058  | 53 361  | 53 663  | 53 965  | 54 268  |
| 45     | 1.64 45 040 | 45 345 | 45 650 | 45 954  | 46 259  | 46 563  | 46 868  | 45  | 1.65 54 268 | 54 570  | 54 872  | 55 174  | 55 477  | 55 779  | 56 081  |
| 46     | 46 868      | 47 172 | 47 477 | 47 781  | 48 086  | 48 390  | 48 695  | 46  | 56 081      | 56 383  | 56 685  | 56 988  | 57 290  | 57 592  | 57 894  |
| 47     | 48 695      | 48 999 | 49 304 | 49 608  | 49 913  | 50 217  | 50 522  | 47  | 57 894      | 58 196  | 58 499  | 58 801  | 59 103  | 59 405  | 59 707  |
| 48     | 50 522      | 50 826 | 51 131 | 51 435  | 51 740  | 52 044  | 52 348  | 48  | 59 707      | 60 009  | 60 312  | 60 614  | 60 916  | 61 218  | 61 520  |
| 49     | 52 348      | 52 653 | 52 957 | 53 262  | 53 566  | 53 871  | 54 175  | 49  | 61 520      | 61 822  | 62 124  | 62 426  | 62 729  | 63 031  | 63 333  |
| 50     | 1.64 54 175 | 54 479 | 54 784 | 55 088  | 55 392  | 55 697  | 56 001  | 50  | 1.65 63 333 | 63 635  | 63 937  | 64 239  | 64 541  | 64 843  | 65 145  |
| 51     | 56 001      | 56 305 | 56 610 | 56 914  | 57 218  | 57 523  | 57 827  | 51  | 65 145      | 65 447  | 65 749  | 66 051  | 66 353  | 66 655  | 66 957  |
| 52     | 57 827      | 58 131 | 58 436 | 58 740  | 59 044  | 59 349  | 59 653  | 52  | 66 957      | 67 259  | 67 561  | 67 863  | 68 165  | 68 467  | 68 769  |
| 53     | 59 653      | 59 957 | 60 261 | 60 566  | 60 870  | 61 174  | 61 478  | 53  | 68 769      | 69 071  | 69 373  | 69 675  | 69 977  | 70 279  | 70 581  |
| 54     | 61 478      | 61 782 | 62 087 | 62 391  | 62 695  | 62 999  | 63 303  | 54  | 70 581      | 70 883  | 71 185  | 71 487  | 71 789  | 72 090  | 72 392  |
| 55     | 1.64 63 303 | 63 608 | 63 912 | 64 216  | 64 520  | 64 824  | 65 128  | 55  | 1.65 72 392 | 72 694  | 72 996  | 73 298  | 73 600  | 73 902  | 74 204  |
| 56     | 65 128      | 65 433 | 65 737 | 66 041  | 66 345  | 66 649  | 66 953  | 56  | 74 204      | 74 505  | 74 807  | 75 109  | 75 411  | 75 713  | 76 015  |
| 57     | 66 953      | 67 257 | 67 561 | 67 866  | 68 170  | 68 474  | 68 778  | 57  | 76 015      | 76 316  | 76 618  | 76 920  | 77 222  | 77 524  | 77 825  |
| 58     | 68 778      | 69 082 | 69 386 | 69 690  | 69 994  | 70 298  | 70 602  | 58  | 77 825      | 78 127  | 78 429  | 78 731  | 79 033  | 79 334  | 79 636  |
| 59     | 70 602      | 70 906 | 71 210 | 71 514  | 71 818  | 72 122  | 72 426  | 59  | 79 636      | 79 938  | 80 240  | 80 541  | 80 843  | 81 145  | 81 446  |

|   | 307   | 306   | 305   | 304   | 303   | 302   | 301   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 30.7  | 30.6  | 30.5  | 30.4  | 30.3  | 30.2  | 30.1  | 1 |
| 2 | 61.4  | 61.2  | 61.0  | 60.8  | 60.6  | 60.4  | 60.2  | 2 |
| 3 | 92.1  | 91.8  | 91.5  | 91.2  | 90.9  | 90.6  | 90.3  | 3 |
| 4 | 122.8 | 122.4 | 122.0 | 121.6 | 121.2 | 120.8 | 120.4 | 4 |
| 5 | 153.5 | 153.0 | 152.5 | 152.0 | 151.5 | 151.0 | 150.5 | 5 |
| 6 | 184.2 | 183.6 | 183.0 | 182.4 | 181.8 | 181.2 | 180.6 | 6 |
| 7 | 214.9 | 214.3 | 213.5 | 213.8 | 212.1 | 211.4 | 210.7 | 7 |
| 8 | 245.6 | 244.8 | 244.0 | 243.2 | 242.4 | 241.6 | 240.8 | 8 |
| 9 | 276.3 | 275.4 | 274.5 | 273.6 | 272.7 | 271.8 | 270.9 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |         |         |         |         |         |     |             |        |        |        |        |         |         |
|--------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 54°    |             |        |         |         |         |         |         | 55° |             |        |        |        |        |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.65 81 446 | 81 748 | 82 050  | 82 352  | 82 653  | 82 955  | 83 257  | 0   | 1.66 89 682 | 89 982 | 90 281 | 90 581 | 90 880 | 91 180  | 91 480  |
| 1      | 83 257      | 83 558 | 83 860  | 84 162  | 84 463  | 84 765  | 85 067  | 1   | 91 480      | 91 779 | 92 079 | 92 378 | 92 678 | 92 978  | 93 277  |
| 2      | 85 067      | 85 368 | 85 670  | 85 971  | 86 273  | 86 575  | 86 876  | 2   | 93 277      | 93 577 | 93 876 | 94 176 | 94 475 | 94 775  | 95 074  |
| 3      | 86 876      | 87 178 | 87 480  | 87 781  | 88 083  | 88 384  | 88 686  | 3   | 95 074      | 95 374 | 95 673 | 95 973 | 96 272 | 96 572  | 96 871  |
| 4      | 88 686      | 88 987 | 89 289  | 89 591  | 89 892  | 90 194  | 90 495  | 4   | 96 871      | 97 171 | 97 470 | 97 770 | 98 069 | 98 369  | 98 668  |
| 5      | 1.65 90 495 | 90 797 | 91 098  | 91 400  | 91 701  | 92 003  | 92 304  | 5   | 1.66 98 668 | 98 968 | 99 267 | 99 567 | 99 866 | 100 166 | 100 465 |
| 6      | 92 304      | 92 606 | 92 907  | 93 209  | 93 510  | 93 812  | 94 113  | 6   | 1.67 00 465 | 00 764 | 01 064 | 01 363 | 01 663 | 01 962  | 02 261  |
| 7      | 94 113      | 94 415 | 94 716  | 95 017  | 95 319  | 95 620  | 95 922  | 7   | 02 261      | 02 561 | 02 860 | 03 160 | 03 459 | 03 758  | 04 058  |
| 8      | 95 922      | 96 223 | 96 525  | 96 826  | 97 127  | 97 429  | 97 730  | 8   | 04 058      | 04 357 | 04 656 | 04 956 | 05 255 | 05 554  | 05 854  |
| 9      | 97 730      | 98 032 | 98 333  | 98 634  | 98 936  | 99 237  | 99 538  | 9   | 05 854      | 06 153 | 06 452 | 06 752 | 07 051 | 07 350  | 07 650  |
| 10     | 1.65 99 538 | 99 840 | 100 141 | 100 442 | 100 744 | 101 045 | 101 346 | 10  | 1.67 07 650 | 07 949 | 08 248 | 08 547 | 08 847 | 09 146  | 09 445  |
| 11     | 1.66 01 346 | 01 648 | 01 949  | 02 250  | 02 552  | 02 853  | 03 154  | 11  | 09 445      | 09 745 | 10 044 | 10 343 | 10 642 | 10 942  | 11 241  |
| 12     | 03 154      | 03 456 | 03 757  | 04 058  | 04 359  | 04 661  | 04 962  | 12  | 11 241      | 11 540 | 11 839 | 12 138 | 12 438 | 12 737  | 13 036  |
| 13     | 04 962      | 05 263 | 05 564  | 05 865  | 06 167  | 06 468  | 06 769  | 13  | 13 036      | 13 335 | 13 634 | 13 934 | 14 233 | 14 532  | 14 831  |
| 14     | 06 769      | 07 070 | 07 372  | 07 673  | 07 974  | 08 275  | 08 576  | 14  | 14 831      | 15 130 | 15 429 | 15 729 | 16 028 | 16 327  | 16 626  |
| 15     | 1.66 08 576 | 08 878 | 09 179  | 09 480  | 09 781  | 10 082  | 10 383  | 15  | 1.67 16 626 | 16 925 | 17 224 | 17 523 | 17 822 | 18 122  | 18 421  |
| 16     | 10 383      | 10 684 | 10 986  | 11 287  | 11 588  | 11 889  | 12 190  | 16  | 18 421      | 18 720 | 19 019 | 19 318 | 19 617 | 19 916  | 20 215  |
| 17     | 12 190      | 12 491 | 12 792  | 13 093  | 13 394  | 13 695  | 13 997  | 17  | 20 215      | 20 514 | 20 813 | 21 112 | 21 411 | 21 710  | 22 010  |
| 18     | 13 997      | 14 298 | 14 599  | 14 900  | 15 201  | 15 502  | 15 803  | 18  | 22 010      | 22 309 | 22 608 | 22 907 | 23 206 | 23 505  | 23 804  |
| 19     | 15 803      | 16 104 | 16 405  | 16 706  | 17 007  | 17 308  | 17 609  | 19  | 23 804      | 24 103 | 24 402 | 24 701 | 25 000 | 25 299  | 25 598  |
| 20     | 1.66 17 609 | 17 910 | 18 211  | 18 512  | 18 813  | 19 114  | 19 415  | 20  | 1.67 25 598 | 25 896 | 26 195 | 26 494 | 26 793 | 27 092  | 27 391  |
| 21     | 19 415      | 19 716 | 20 017  | 20 318  | 20 619  | 20 920  | 21 220  | 21  | 27 391      | 27 690 | 27 989 | 28 288 | 28 587 | 28 886  | 29 185  |
| 22     | 21 220      | 21 521 | 21 822  | 22 123  | 22 424  | 22 725  | 23 026  | 22  | 29 185      | 29 484 | 29 783 | 30 082 | 30 380 | 30 679  | 30 978  |
| 23     | 23 026      | 23 327 | 23 628  | 23 929  | 24 229  | 24 530  | 24 831  | 23  | 30 978      | 31 277 | 31 576 | 31 875 | 32 174 | 32 473  | 32 771  |
| 24     | 24 831      | 25 132 | 25 433  | 25 734  | 26 035  | 26 335  | 26 636  | 24  | 32 771      | 33 070 | 33 369 | 33 668 | 33 967 | 34 265  | 34 564  |
| 25     | 1.66 26 636 | 26 937 | 27 238  | 27 539  | 27 839  | 28 140  | 28 441  | 25  | 1.67 34 564 | 34 863 | 35 162 | 35 461 | 35 759 | 36 058  | 36 357  |
| 26     | 28 441      | 28 742 | 29 043  | 29 343  | 29 644  | 29 945  | 30 246  | 26  | 36 357      | 36 656 | 36 955 | 37 253 | 37 552 | 37 851  | 38 150  |
| 27     | 30 246      | 30 546 | 30 847  | 31 148  | 31 449  | 31 749  | 32 050  | 27  | 38 150      | 38 448 | 38 747 | 39 046 | 39 344 | 39 643  | 39 942  |
| 28     | 32 050      | 32 351 | 32 651  | 32 952  | 33 253  | 33 554  | 33 854  | 28  | 39 942      | 40 241 | 40 539 | 40 838 | 41 137 | 41 435  | 41 734  |
| 29     | 33 854      | 34 155 | 34 456  | 34 756  | 35 057  | 35 358  | 35 658  | 29  | 41 734      | 42 033 | 42 331 | 42 630 | 42 929 | 43 227  | 43 526  |
| 30     | 1.66 35 658 | 35 959 | 36 259  | 36 560  | 36 861  | 37 161  | 37 462  | 30  | 1.67 43 526 | 43 825 | 44 123 | 44 422 | 44 721 | 45 019  | 45 318  |
| 31     | 37 462      | 37 763 | 38 063  | 38 364  | 38 664  | 38 965  | 39 266  | 31  | 45 318      | 45 616 | 45 915 | 46 214 | 46 512 | 46 811  | 47 109  |
| 32     | 39 266      | 39 566 | 39 867  | 40 167  | 40 468  | 40 768  | 41 069  | 32  | 47 109      | 47 408 | 47 707 | 48 005 | 48 304 | 48 602  | 48 901  |
| 33     | 41 069      | 41 369 | 41 670  | 41 970  | 42 271  | 42 572  | 42 872  | 33  | 48 901      | 49 199 | 49 498 | 49 797 | 50 095 | 50 394  | 50 692  |
| 34     | 42 872      | 43 173 | 43 473  | 43 774  | 44 074  | 44 375  | 44 675  | 34  | 50 692      | 50 991 | 51 289 | 51 588 | 51 886 | 52 185  | 52 483  |
| 35     | 1.66 44 675 | 44 975 | 45 276  | 45 576  | 45 877  | 46 177  | 46 478  | 35  | 1.67 52 483 | 52 782 | 53 080 | 53 379 | 53 677 | 53 976  | 54 274  |
| 36     | 46 478      | 46 778 | 47 079  | 47 379  | 47 679  | 47 980  | 48 280  | 36  | 54 274      | 54 572 | 54 871 | 55 169 | 55 468 | 55 766  | 56 065  |
| 37     | 48 280      | 48 581 | 48 881  | 49 181  | 49 482  | 49 782  | 50 083  | 37  | 56 065      | 56 363 | 56 662 | 56 960 | 57 258 | 57 557  | 57 855  |
| 38     | 50 083      | 50 383 | 50 683  | 50 984  | 51 284  | 51 584  | 51 885  | 38  | 57 855      | 58 154 | 58 452 | 58 750 | 59 049 | 59 347  | 59 645  |
| 39     | 51 885      | 52 185 | 52 485  | 52 786  | 53 086  | 53 386  | 53 687  | 39  | 59 645      | 59 944 | 60 242 | 60 540 | 60 839 | 61 137  | 61 436  |
| 40     | 1.66 53 687 | 53 987 | 54 287  | 54 587  | 54 888  | 55 188  | 55 488  | 40  | 1.67 61 436 | 61 734 | 62 032 | 62 331 | 62 629 | 62 927  | 63 225  |
| 41     | 55 488      | 55 789 | 56 089  | 56 389  | 56 689  | 56 990  | 57 290  | 41  | 63 225      | 63 524 | 63 822 | 64 120 | 64 419 | 64 717  | 65 015  |
| 42     | 57 290      | 57 590 | 57 890  | 58 190  | 58 491  | 58 791  | 59 091  | 42  | 65 015      | 65 313 | 65 612 | 65 910 | 66 208 | 66 506  | 66 805  |
| 43     | 59 091      | 59 391 | 59 691  | 59 992  | 60 292  | 60 592  | 60 892  | 43  | 66 805      | 67 103 | 67 401 | 67 699 | 67 998 | 68 296  | 68 594  |
| 44     | 60 892      | 61 192 | 61 493  | 61 793  | 62 093  | 62 393  | 62 693  | 44  | 68 594      | 68 892 | 69 190 | 69 489 | 69 787 | 70 085  | 70 383  |
| 45     | 1.66 62 693 | 62 993 | 63 293  | 63 593  | 63 894  | 64 194  | 64 494  | 45  | 1.67 70 383 | 70 681 | 70 980 | 71 278 | 71 576 | 71 874  | 72 172  |
| 46     | 64 494      | 64 794 | 65 094  | 65 394  | 65 694  | 65 994  | 66 294  | 46  | 72 172      | 72 470 | 72 768 | 73 067 | 73 365 | 73 663  | 73 961  |
| 47     | 66 294      | 66 594 | 66 894  | 67 194  | 67 494  | 67 794  | 68 095  | 47  | 73 961      | 74 259 | 74 557 | 74 855 | 75 153 | 75 451  | 75 750  |
| 48     | 68 095      | 68 395 | 68 695  | 68 995  | 69 295  | 69 595  | 69 895  | 48  | 75 750      | 76 048 | 76 346 | 76 644 | 76 942 | 77 240  | 77 538  |
| 49     | 69 895      | 70 195 | 70 495  | 70 795  | 71 095  | 71 394  | 71 694  | 49  | 77 538      | 77 836 | 78 134 | 78 432 | 78 730 | 79 028  | 79 326  |
| 50     | 1.66 71 694 | 71 994 | 72 294  | 72 594  | 72 894  | 73 194  | 73 494  | 50  | 1.67 79 326 | 79 624 | 79 922 | 80 220 | 80 518 | 80 816  | 81 114  |
| 51     | 73 494      | 73 794 | 74 094  | 74 394  | 74 694  | 74 994  | 75 294  | 51  | 81 114      | 81 412 | 81 710 | 82 008 | 82 306 | 82 604  | 82 902  |
| 52     | 75 294      | 75 593 | 75 893  | 76 193  | 76 493  | 76 793  | 77 093  | 52  | 82 902      | 83 200 | 83 498 | 83 796 | 84 094 | 84 392  | 84 690  |
| 53     | 77 093      | 77 393 | 77 693  | 77 992  | 78 292  | 78 592  | 78 892  | 53  | 84 690      | 84 988 | 85 286 | 85 584 | 85 881 | 86 179  | 86 477  |
| 54     | 78 892      | 79 192 | 79 492  | 79 791  | 80 091  | 80 391  | 80 691  | 54  | 86 477      | 86 775 | 87 073 | 87 371 | 87 669 | 87 967  | 88 265  |
| 55     | 1.66 80 691 | 80 991 | 81 290  | 81 590  | 81 890  | 82 190  | 82 489  | 55  | 1.67 88 265 | 88 562 | 88 860 | 89 158 | 89 456 | 89 754  | 90 052  |
| 56     | 82 489      | 82 789 | 83 089  | 83 389  | 83 688  | 83 988  | 84 288  | 56  | 90 052      | 90 350 | 90 647 | 90 945 | 91 243 | 91 541  | 91 839  |
| 57     | 84 288      | 84 588 | 84 887  | 85 187  | 85 487  | 85 786  | 86 086  | 57  | 91 839      | 92 136 | 92 434 | 92 732 | 93 030 | 93 328  | 93 625  |
| 58     | 86 086      | 86 386 | 86 685  | 86 985  | 87 285  | 87 584  | 87 884  | 58  | 93 625      | 93 923 | 94 221 | 94 519 | 94 816 | 95 114  | 95 412  |
| 59     | 87 884      | 88 184 | 88 483  | 88 783  | 89 083  | 89 382  | 89 682  | 59  | 95 412      | 95 710 | 96 007 | 96 305 | 96 603 | 96 901  | 97 198  |

|   | 302   | 301   | 300   | 299   | 298   | 297   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 30.2  | 30.1  | 30.0  | 29.9  | 29.8  | 29.7  | 1 |
| 2 | 60.4  | 60.2  | 60.0  | 59.8  | 59.6  | 59.4  | 2 |
| 3 | 90.6  | 90.3  | 90.0  | 89.7  | 89.4  | 89.1  | 3 |
| 4 | 120.8 | 120.4 | 120.0 | 119.6 | 119.2 | 118.8 | 4 |
| 5 | 151.0 | 150.5 | 150.0 | 149.5 | 149.0 | 148.5 | 5 |
| 6 | 181.2 | 180.6 | 180.0 | 179.4 | 178.8 | 178.2 | 6 |
| 7 | 211.4 | 210.7 | 210.0 | 209.3 | 208.6 | 207.9 | 7 |
| 8 | 241.6 | 240.8 | 240.0 | 239.2 | 238.4 | 237.6 | 8 |
| 9 | 271.8 | 270.9 | 270.0 | 269.1 | 268.2 | 267.3 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        |     |             |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 56°    |             |        |        |        |        |        |        | 57° |             |        |        |        |        |        |        |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0      | 1.67 97 198 | 97 496 | 97 794 | 98 091 | 98 389 | 98 687 | 98 985 | 0   | 1.69 04 059 | 04 355 | 04 651 | 04 947 | 05 243 | 05 539 | 05 835 |
| 1      | 98 985      | 99 282 | 99 580 | 99 878 | 00 175 | 00 473 | 00 771 | 1   | 05 835      | 06 130 | 06 426 | 06 722 | 07 018 | 07 314 | 07 610 |
| 2      | 1.68 00 771 | 01 068 | 01 366 | 01 664 | 01 961 | 02 259 | 02 556 | 2   | 07 610      | 07 906 | 08 202 | 08 498 | 08 794 | 09 090 | 09 386 |
| 3      | 02 556      | 02 854 | 03 152 | 03 449 | 03 747 | 04 044 | 04 342 | 3   | 09 386      | 09 682 | 09 977 | 10 273 | 10 569 | 10 865 | 11 161 |
| 4      | 04 342      | 04 640 | 04 937 | 05 235 | 05 532 | 05 830 | 06 128 | 4   | 11 161      | 11 457 | 11 753 | 12 049 | 12 344 | 12 640 | 12 936 |
| 5      | 1.68 06 128 | 06 425 | 06 723 | 07 020 | 07 318 | 07 615 | 07 913 | 5   | 1.69 12 936 | 13 232 | 13 528 | 13 824 | 14 119 | 14 415 | 14 711 |
| 6      | 07 913      | 08 210 | 08 508 | 08 805 | 09 103 | 09 400 | 09 698 | 6   | 14 711      | 15 007 | 15 303 | 15 598 | 15 894 | 16 190 | 16 486 |
| 7      | 09 698      | 09 996 | 10 293 | 10 590 | 10 888 | 11 185 | 11 483 | 7   | 16 486      | 16 782 | 17 077 | 17 373 | 17 669 | 17 965 | 18 261 |
| 8      | 11 483      | 11 780 | 12 078 | 12 375 | 12 673 | 12 970 | 13 268 | 8   | 18 261      | 18 556 | 18 852 | 19 148 | 19 444 | 19 739 | 20 035 |
| 9      | 13 268      | 13 565 | 13 863 | 14 160 | 14 457 | 14 755 | 15 052 | 9   | 20 035      | 20 331 | 20 626 | 20 922 | 21 218 | 21 514 | 21 809 |
| 10     | 1.68 15 052 | 15 350 | 15 647 | 15 945 | 16 242 | 16 539 | 16 837 | 10  | 1.69 21 809 | 22 105 | 22 401 | 22 696 | 22 992 | 23 288 | 23 583 |
| 11     | 16 837      | 17 134 | 17 431 | 17 729 | 18 026 | 18 324 | 18 621 | 11  | 23 583      | 23 879 | 24 175 | 24 471 | 24 766 | 25 062 | 25 357 |
| 12     | 18 621      | 18 918 | 19 216 | 19 513 | 19 810 | 20 108 | 20 405 | 12  | 25 357      | 25 653 | 25 949 | 26 244 | 26 540 | 26 836 | 27 131 |
| 13     | 20 405      | 20 702 | 21 000 | 21 297 | 21 594 | 21 892 | 22 189 | 13  | 27 131      | 27 427 | 27 723 | 28 018 | 28 314 | 28 609 | 28 905 |
| 14     | 22 189      | 22 486 | 22 783 | 23 081 | 23 378 | 23 675 | 23 973 | 14  | 28 905      | 29 201 | 29 496 | 29 792 | 30 087 | 30 383 | 30 679 |
| 15     | 1.68 23 973 | 24 270 | 24 567 | 24 864 | 25 162 | 25 459 | 25 756 | 15  | 1.69 30 679 | 30 974 | 31 270 | 31 565 | 31 861 | 32 156 | 32 452 |
| 16     | 25 756      | 26 053 | 26 350 | 26 648 | 26 945 | 27 242 | 27 539 | 16  | 32 452      | 32 747 | 33 043 | 33 338 | 33 634 | 33 930 | 34 225 |
| 17     | 27 539      | 27 837 | 28 134 | 28 431 | 28 728 | 29 025 | 29 323 | 17  | 34 225      | 34 521 | 34 816 | 35 112 | 35 407 | 35 703 | 35 998 |
| 18     | 29 323      | 29 620 | 29 917 | 30 214 | 30 511 | 30 808 | 31 105 | 18  | 35 998      | 36 294 | 36 589 | 36 885 | 37 180 | 37 476 | 37 771 |
| 19     | 31 105      | 31 403 | 31 700 | 32 000 | 32 294 | 32 591 | 32 888 | 19  | 37 771      | 38 066 | 38 362 | 38 657 | 38 953 | 39 248 | 39 544 |
| 20     | 1.68 32 888 | 33 185 | 33 483 | 33 780 | 34 077 | 34 374 | 34 671 | 20  | 1.69 39 544 | 39 839 | 40 135 | 40 430 | 40 725 | 41 021 | 41 316 |
| 21     | 34 671      | 34 968 | 35 265 | 35 562 | 35 859 | 36 156 | 36 453 | 21  | 41 316      | 41 612 | 41 907 | 42 202 | 42 498 | 42 793 | 43 089 |
| 22     | 36 453      | 36 750 | 37 047 | 37 345 | 37 642 | 37 939 | 38 236 | 22  | 43 089      | 43 384 | 43 679 | 43 975 | 44 270 | 44 566 | 44 861 |
| 23     | 38 236      | 38 533 | 38 830 | 39 127 | 39 424 | 39 721 | 40 018 | 23  | 44 861      | 45 156 | 45 452 | 45 747 | 46 042 | 46 338 | 46 633 |
| 24     | 40 018      | 40 315 | 40 612 | 40 909 | 41 206 | 41 503 | 41 800 | 24  | 46 633      | 46 928 | 47 224 | 47 519 | 47 814 | 48 110 | 48 405 |
| 25     | 1.68 41 800 | 42 097 | 42 394 | 42 691 | 42 988 | 43 284 | 43 581 | 25  | 1.69 48 405 | 48 700 | 48 995 | 49 291 | 49 586 | 49 881 | 50 177 |
| 26     | 43 581      | 43 878 | 44 175 | 44 472 | 44 769 | 45 066 | 45 363 | 26  | 50 177      | 50 472 | 50 767 | 51 062 | 51 358 | 51 653 | 51 948 |
| 27     | 45 363      | 45 660 | 45 957 | 46 254 | 46 551 | 46 848 | 47 144 | 27  | 51 948      | 52 243 | 52 539 | 52 834 | 53 129 | 53 424 | 53 720 |
| 28     | 47 144      | 47 441 | 47 738 | 48 035 | 48 332 | 48 629 | 48 926 | 28  | 53 720      | 54 015 | 54 310 | 54 605 | 54 901 | 55 196 | 55 491 |
| 29     | 48 926      | 49 222 | 49 519 | 49 816 | 50 113 | 50 410 | 50 707 | 29  | 55 491      | 55 786 | 56 081 | 56 377 | 56 672 | 56 967 | 57 262 |
| 30     | 1.68 50 707 | 51 003 | 51 300 | 51 597 | 51 894 | 52 191 | 52 488 | 30  | 1.69 57 262 | 57 557 | 57 852 | 58 148 | 58 443 | 58 738 | 59 033 |
| 31     | 52 488      | 52 784 | 53 081 | 53 378 | 53 675 | 53 971 | 54 268 | 31  | 59 033      | 59 328 | 59 623 | 59 918 | 60 214 | 60 509 | 60 804 |
| 32     | 54 268      | 54 565 | 54 862 | 55 159 | 55 455 | 55 752 | 56 049 | 32  | 60 804      | 61 099 | 61 394 | 61 689 | 61 984 | 62 279 | 62 575 |
| 33     | 56 049      | 56 346 | 56 642 | 56 939 | 57 236 | 57 532 | 57 829 | 33  | 62 575      | 62 870 | 63 165 | 63 460 | 63 755 | 64 050 | 64 345 |
| 34     | 57 829      | 58 126 | 58 423 | 58 719 | 59 016 | 59 313 | 59 609 | 34  | 64 345      | 64 640 | 64 935 | 65 230 | 65 525 | 65 820 | 66 115 |
| 35     | 1.68 59 609 | 59 906 | 60 203 | 60 499 | 60 796 | 61 093 | 61 389 | 35  | 1.69 66 115 | 66 410 | 66 705 | 67 000 | 67 296 | 67 591 | 67 886 |
| 36     | 61 389      | 61 686 | 61 983 | 62 279 | 62 576 | 62 873 | 63 169 | 36  | 67 886      | 68 181 | 68 476 | 68 771 | 69 066 | 69 361 | 69 656 |
| 37     | 63 169      | 63 466 | 63 762 | 64 059 | 64 356 | 64 652 | 64 949 | 37  | 69 656      | 69 951 | 70 246 | 70 541 | 70 836 | 71 131 | 71 425 |
| 38     | 64 949      | 65 245 | 65 542 | 65 839 | 66 135 | 66 432 | 66 728 | 38  | 71 425      | 71 720 | 72 015 | 72 310 | 72 605 | 72 900 | 73 195 |
| 39     | 66 728      | 67 025 | 67 321 | 67 618 | 67 915 | 68 211 | 68 508 | 39  | 73 195      | 73 490 | 73 785 | 74 080 | 74 375 | 74 670 | 74 965 |
| 40     | 1.68 68 508 | 68 804 | 69 101 | 69 397 | 69 694 | 69 990 | 70 287 | 40  | 1.69 74 965 | 75 260 | 75 555 | 75 850 | 76 144 | 76 439 | 76 734 |
| 41     | 70 287      | 70 583 | 70 880 | 71 176 | 71 473 | 71 769 | 72 066 | 41  | 76 734      | 77 029 | 77 324 | 77 619 | 77 914 | 78 209 | 78 503 |
| 42     | 72 066      | 72 362 | 72 659 | 72 955 | 73 252 | 73 548 | 73 845 | 42  | 78 503      | 78 798 | 79 093 | 79 388 | 79 683 | 79 978 | 80 273 |
| 43     | 73 845      | 74 141 | 74 438 | 74 734 | 75 030 | 75 327 | 75 623 | 43  | 80 273      | 80 567 | 80 862 | 81 157 | 81 452 | 81 747 | 82 042 |
| 44     | 75 623      | 75 920 | 76 216 | 76 513 | 76 809 | 77 105 | 77 402 | 44  | 82 042      | 82 336 | 82 631 | 82 926 | 83 221 | 83 516 | 83 810 |
| 45     | 1.68 77 402 | 77 698 | 77 995 | 78 291 | 78 587 | 78 884 | 79 180 | 45  | 1.69 83 810 | 84 105 | 84 400 | 84 695 | 84 989 | 85 284 | 85 579 |
| 46     | 79 180      | 79 476 | 79 773 | 80 069 | 80 366 | 80 662 | 80 958 | 46  | 85 579      | 85 874 | 86 168 | 86 463 | 86 758 | 87 053 | 87 347 |
| 47     | 80 958      | 81 255 | 81 551 | 81 847 | 82 144 | 82 440 | 82 736 | 47  | 87 347      | 87 642 | 87 937 | 88 232 | 88 526 | 88 821 | 89 116 |
| 48     | 82 736      | 83 032 | 83 329 | 83 625 | 83 921 | 84 218 | 84 514 | 48  | 89 116      | 89 411 | 89 705 | 90 000 | 90 295 | 90 589 | 90 884 |
| 49     | 84 514      | 84 810 | 85 107 | 85 403 | 85 699 | 85 995 | 86 292 | 49  | 90 884      | 91 179 | 91 473 | 91 768 | 92 063 | 92 357 | 92 652 |
| 50     | 1.68 86 292 | 86 588 | 86 884 | 87 180 | 87 477 | 87 773 | 88 069 | 50  | 1.69 92 652 | 92 947 | 93 241 | 93 536 | 93 831 | 94 125 | 94 420 |
| 51     | 88 069      | 88 365 | 88 662 | 88 958 | 89 254 | 89 550 | 89 846 | 51  | 94 420      | 94 715 | 95 009 | 95 304 | 95 598 | 95 893 | 96 188 |
| 52     | 89 846      | 90 143 | 90 439 | 90 735 | 91 031 | 91 327 | 91 623 | 52  | 96 188      | 96 482 | 96 777 | 97 071 | 97 366 | 97 661 | 97 955 |
| 53     | 91 623      | 91 920 | 92 216 | 92 512 | 92 808 | 93 104 | 93 400 | 53  | 97 955      | 98 250 | 98 544 | 98 839 | 99 134 | 99 428 | 99 723 |
| 54     | 93 400      | 93 697 | 93 993 | 94 289 | 94 585 | 94 881 | 95 177 | 54  | 99 723      | 00 017 | 00 312 | 00 606 | 00 901 | 01 195 | 01 490 |
| 55     | 1.68 95 177 | 95 473 | 95 769 | 96 066 | 96 362 | 96 658 | 96 954 | 55  | 1.70 01 490 | 01 785 | 02 079 | 02 374 | 02 668 | 02 963 | 03 257 |
| 56     | 96 954      | 97 250 | 97 546 | 97 842 | 98 138 | 98 434 | 98 730 | 56  | 03 257      | 03 552 | 03 846 | 04 141 | 04 435 | 04 730 | 05 024 |
| 57     | 98 730      | 99 026 | 99 322 | 99 619 | 99 915 | 00 211 | 00 507 | 57  | 05 024      | 05 319 | 05 613 | 05 908 | 06 202 | 06 496 | 06 791 |
| 58     | 1.69 00 507 | 00 803 | 01 099 | 01 395 | 01 691 | 01 987 | 02 283 | 58  | 06 791      | 07 085 | 07 380 | 07 674 | 07 969 | 08 263 | 08 558 |
| 59     | 02 283      | 02 579 | 02 875 | 03 171 | 03 467 | 03 763 | 04 059 | 59  | 08 558      | 08 852 | 09 146 | 09 441 | 09 735 | 10 030 | 10 324 |

|   | 298   | 297   | 296   | 295   | 294   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 29.8  | 29.7  | 29.6  | 29.5  | 29.4  | 1 |
| 2 | 59.6  | 59.4  | 59.2  | 59.0  | 58.8  | 2 |
| 3 | 89.4  | 89.1  | 88.8  | 88.5  | 88.2  | 3 |
| 4 | 119.2 | 118.8 | 118.4 | 118.0 | 117.6 | 4 |
| 5 | 149.0 | 148.5 | 148.0 | 147.5 | 147.0 | 5 |
| 6 | 178.8 | 178.2 | 177.6 | 177.0 | 176.4 | 6 |
| 7 | 208.6 | 207.9 | 207.2 | 206.5 | 205.8 | 7 |
| 8 | 238.4 | 237.6 | 236.8 | 236.0 | 235.2 | 8 |
| 9 | 268.2 | 267.3 | 266.4 | 265.5 | 264.6 | 9 |



Tafel IV.

log M.

| 58°         |        |        |        |        |        |        | 59°         |        |        |        |        |        |        |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 1.70 10 324 | 10 619 | 10 913 | 11 207 | 11 502 | 11 796 | 12 091 | 1.71 16 054 | 16 347 | 16 640 | 16 933 | 17 226 | 17 519 | 17 812 |
| 12 091      | 12 385 | 12 679 | 12 974 | 13 268 | 13 562 | 13 857 | 17 812      | 18 105 | 18 398 | 18 690 | 18 983 | 19 276 | 19 569 |
| 13 857      | 14 151 | 14 446 | 14 740 | 15 034 | 15 329 | 15 623 | 19 569      | 19 862 | 20 155 | 20 448 | 20 741 | 21 034 | 21 327 |
| 15 623      | 15 917 | 16 212 | 16 506 | 16 800 | 17 095 | 17 389 | 21 327      | 21 620 | 21 913 | 22 206 | 22 499 | 22 792 | 23 085 |
| 17 389      | 17 683 | 17 977 | 18 272 | 18 566 | 18 860 | 19 155 | 23 085      | 23 378 | 23 670 | 23 963 | 24 256 | 24 549 | 24 842 |
| 1.70 19 155 | 19 449 | 19 743 | 20 037 | 20 332 | 20 626 | 20 920 | 1.71 24 842 | 25 135 | 25 428 | 25 721 | 26 014 | 26 306 | 26 599 |
| 20 920      | 21 215 | 21 509 | 21 803 | 22 097 | 22 392 | 22 686 | 26 599      | 26 892 | 27 185 | 27 478 | 27 771 | 28 064 | 28 356 |
| 22 686      | 22 980 | 23 274 | 23 568 | 23 863 | 24 157 | 24 451 | 28 356      | 28 649 | 28 942 | 29 235 | 29 528 | 29 821 | 30 113 |
| 24 451      | 24 745 | 25 040 | 25 334 | 25 628 | 25 922 | 26 216 | 30 113      | 30 406 | 30 699 | 30 992 | 31 285 | 31 578 | 31 870 |
| 26 216      | 26 511 | 26 805 | 27 099 | 27 393 | 27 687 | 27 981 | 31 870      | 32 163 | 32 456 | 32 749 | 33 042 | 33 334 | 33 627 |
| 1.70 27 981 | 28 276 | 28 570 | 28 864 | 29 158 | 29 452 | 29 746 | 1.71 33 627 | 33 920 | 34 213 | 34 505 | 34 798 | 35 091 | 35 384 |
| 29 746      | 30 040 | 30 335 | 30 629 | 30 923 | 31 217 | 31 511 | 35 384      | 35 677 | 35 969 | 36 262 | 36 555 | 36 848 | 37 140 |
| 31 511      | 31 805 | 32 099 | 32 393 | 32 688 | 32 982 | 33 276 | 37 140      | 37 433 | 37 726 | 38 018 | 38 311 | 38 604 | 38 897 |
| 33 276      | 33 570 | 33 864 | 34 158 | 34 452 | 34 746 | 35 040 | 38 897      | 39 189 | 39 482 | 39 775 | 40 067 | 40 360 | 40 653 |
| 35 040      | 35 334 | 35 628 | 35 922 | 36 216 | 36 510 | 36 805 | 40 653      | 40 946 | 41 238 | 41 531 | 41 824 | 42 116 | 42 409 |
| 1.70 36 805 | 37 099 | 37 393 | 37 687 | 37 981 | 38 275 | 38 569 | 1.71 42 409 | 42 702 | 42 994 | 43 287 | 43 580 | 43 872 | 44 165 |
| 38 569      | 38 863 | 39 157 | 39 451 | 39 745 | 40 039 | 40 333 | 44 165      | 44 458 | 44 750 | 45 043 | 45 336 | 45 628 | 45 921 |
| 40 333      | 40 627 | 40 921 | 41 215 | 41 509 | 41 803 | 42 097 | 45 921      | 46 213 | 46 506 | 46 799 | 47 091 | 47 384 | 47 677 |
| 42 097      | 42 391 | 42 685 | 42 979 | 43 272 | 43 566 | 43 860 | 47 677      | 47 969 | 48 262 | 48 554 | 48 847 | 49 140 | 49 432 |
| 43 860      | 44 154 | 44 448 | 44 742 | 45 036 | 45 330 | 45 624 | 49 432      | 49 725 | 50 017 | 50 310 | 50 602 | 50 895 | 51 188 |
| 1.70 45 624 | 45 918 | 46 212 | 46 506 | 46 800 | 47 094 | 47 387 | 1.71 51 188 | 51 480 | 51 773 | 52 065 | 52 358 | 52 650 | 52 943 |
| 47 387      | 47 681 | 47 975 | 48 269 | 48 563 | 48 857 | 49 151 | 52 943      | 53 235 | 53 528 | 53 821 | 54 113 | 54 406 | 54 698 |
| 49 151      | 49 445 | 49 739 | 50 032 | 50 326 | 50 620 | 50 914 | 54 698      | 54 991 | 55 283 | 55 576 | 55 868 | 56 161 | 56 453 |
| 50 914      | 51 208 | 51 502 | 51 796 | 52 089 | 52 383 | 52 677 | 56 453      | 56 746 | 57 038 | 57 331 | 57 623 | 57 916 | 58 208 |
| 52 677      | 52 971 | 53 265 | 53 558 | 53 852 | 54 146 | 54 440 | 58 208      | 58 501 | 58 793 | 59 086 | 59 378 | 59 671 | 59 963 |
| 1.70 54 440 | 54 734 | 55 028 | 55 321 | 55 615 | 55 909 | 56 203 | 1.71 59 963 | 60 255 | 60 548 | 60 840 | 61 133 | 61 425 | 61 718 |
| 56 203      | 56 496 | 56 790 | 57 084 | 57 378 | 57 672 | 57 965 | 61 718      | 62 010 | 62 303 | 62 595 | 62 887 | 63 180 | 63 472 |
| 57 965      | 58 259 | 58 553 | 58 847 | 59 140 | 59 434 | 59 728 | 63 472      | 63 765 | 64 057 | 64 350 | 64 642 | 64 934 | 65 227 |
| 59 728      | 60 021 | 60 315 | 60 609 | 60 903 | 61 196 | 61 490 | 65 227      | 65 519 | 65 812 | 66 104 | 66 396 | 66 689 | 66 981 |
| 61 490      | 61 784 | 62 078 | 62 371 | 62 665 | 62 959 | 63 252 | 66 981      | 67 273 | 67 566 | 67 858 | 68 151 | 68 443 | 68 735 |
| 1.70 63 252 | 63 546 | 63 840 | 64 133 | 64 427 | 64 721 | 65 014 | 1.71 68 735 | 69 028 | 69 320 | 69 612 | 69 905 | 70 197 | 70 489 |
| 65 014      | 65 308 | 65 602 | 65 895 | 66 189 | 66 483 | 66 776 | 70 489      | 70 782 | 71 074 | 71 366 | 71 659 | 71 951 | 72 243 |
| 66 776      | 67 070 | 67 364 | 67 657 | 67 951 | 68 244 | 68 538 | 72 243      | 72 536 | 72 828 | 73 120 | 73 413 | 73 705 | 73 997 |
| 68 538      | 68 832 | 69 125 | 69 419 | 69 712 | 70 006 | 70 300 | 73 997      | 74 289 | 74 582 | 74 874 | 75 166 | 75 459 | 75 751 |
| 70 300      | 70 593 | 70 887 | 71 180 | 71 474 | 71 768 | 72 061 | 75 751      | 76 043 | 76 335 | 76 628 | 76 920 | 77 212 | 77 504 |
| 1.70 72 061 | 72 355 | 72 648 | 72 942 | 73 235 | 73 529 | 73 822 | 1.71 77 504 | 77 797 | 78 089 | 78 381 | 78 673 | 78 966 | 79 258 |
| 73 822      | 74 116 | 74 410 | 74 703 | 74 997 | 75 290 | 75 584 | 79 258      | 79 550 | 79 842 | 80 135 | 80 427 | 80 719 | 81 011 |
| 75 584      | 75 877 | 76 171 | 76 464 | 76 758 | 77 051 | 77 345 | 81 011      | 81 303 | 81 596 | 81 888 | 82 180 | 82 472 | 82 764 |
| 77 345      | 77 638 | 77 932 | 78 225 | 78 519 | 78 812 | 79 106 | 82 764      | 83 057 | 83 349 | 83 641 | 83 933 | 84 225 | 84 517 |
| 79 106      | 79 399 | 79 693 | 79 986 | 80 280 | 80 573 | 80 866 | 84 517      | 84 810 | 85 102 | 85 394 | 85 686 | 85 978 | 86 270 |
| 1.70 80 866 | 81 160 | 81 453 | 81 747 | 82 040 | 82 334 | 82 627 | 1.71 86 270 | 86 563 | 86 855 | 87 147 | 87 439 | 87 731 | 88 023 |
| 82 627      | 82 921 | 83 214 | 83 507 | 83 801 | 84 094 | 84 388 | 88 023      | 88 315 | 88 608 | 88 900 | 89 192 | 89 484 | 89 776 |
| 84 388      | 84 681 | 84 974 | 85 268 | 85 561 | 85 855 | 86 148 | 89 776      | 90 068 | 90 360 | 90 652 | 90 944 | 91 236 | 91 529 |
| 86 148      | 86 441 | 86 735 | 87 028 | 87 322 | 87 615 | 87 908 | 91 529      | 91 821 | 92 113 | 92 405 | 92 697 | 92 989 | 93 281 |
| 87 908      | 88 202 | 88 495 | 88 788 | 89 082 | 89 375 | 89 668 | 93 281      | 93 573 | 93 865 | 94 157 | 94 449 | 94 741 | 95 033 |
| 1.70 89 668 | 89 962 | 90 255 | 90 548 | 90 842 | 91 135 | 91 428 | 1.71 95 033 | 95 325 | 95 617 | 95 909 | 96 202 | 96 494 | 96 786 |
| 91 428      | 91 722 | 92 015 | 92 308 | 92 602 | 92 895 | 93 188 | 96 786      | 97 078 | 97 370 | 97 662 | 97 954 | 98 246 | 98 538 |
| 93 188      | 93 481 | 93 775 | 94 068 | 94 361 | 94 655 | 94 948 | 98 538      | 98 830 | 99 122 | 99 414 | 99 706 | 99 998 | 00 290 |
| 94 948      | 95 241 | 95 534 | 95 828 | 96 121 | 96 414 | 96 707 | 1.72 00 290 | 00 582 | 00 874 | 01 166 | 01 458 | 01 750 | 02 042 |
| 96 707      | 97 001 | 97 294 | 97 587 | 97 880 | 98 174 | 98 467 | 02 042      | 02 334 | 02 626 | 02 917 | 03 209 | 03 501 | 03 793 |
| 1.70 98 467 | 98 760 | 99 053 | 99 346 | 99 640 | 99 933 | 00 226 | 1.72 03 793 | 04 085 | 04 377 | 04 669 | 04 961 | 05 253 | 05 545 |
| 1.71 00 226 | 00 519 | 00 813 | 01 106 | 01 399 | 01 692 | 01 985 | 05 545      | 05 837 | 06 129 | 06 421 | 06 713 | 07 005 | 07 296 |
| 01 985      | 02 278 | 02 571 | 02 865 | 03 158 | 03 451 | 03 744 | 07 296      | 07 588 | 07 880 | 08 172 | 08 464 | 08 756 | 09 048 |
| 03 744      | 04 037 | 04 331 | 04 624 | 04 917 | 05 210 | 05 503 | 09 048      | 09 340 | 09 632 | 09 924 | 10 215 | 10 507 | 10 799 |
| 05 503      | 05 796 | 06 089 | 06 383 | 06 676 | 06 969 | 07 262 | 10 799      | 11 091 | 11 383 | 11 675 | 11 967 | 12 258 | 12 550 |
| 1.71 07 262 | 07 555 | 07 848 | 08 141 | 08 434 | 08 727 | 09 021 | 1.72 12 550 | 12 842 | 13 134 | 13 426 | 13 718 | 14 009 | 14 301 |
| 09 021      | 09 314 | 09 607 | 09 900 | 10 193 | 10 486 | 10 779 | 14 301      | 14 593 | 14 885 | 15 177 | 15 469 | 15 760 | 16 052 |
| 10 779      | 11 072 | 11 365 | 11 658 | 11 951 | 12 244 | 12 537 | 16 052      | 16 344 | 16 636 | 16 928 | 17 219 | 17 511 | 17 803 |
| 12 537      | 12 830 | 13 123 | 13 416 | 13 709 | 14 003 | 14 296 | 17 803      | 18 095 | 18 387 | 18 678 | 18 970 | 19 262 | 19 554 |
| 14 296      | 14 589 | 14 882 | 15 175 | 15 468 | 15 761 | 16 054 | 19 554      | 19 845 | 20 137 | 20 429 | 20 721 | 21 012 | 21 304 |

|   | 295   | 294   | 293   | 292   | 291   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 29.5  | 29.4  | 29.3  | 29.2  | 29.1  | 1 |
| 2 | 59.0  | 58.8  | 58.6  | 58.4  | 58.2  | 2 |
| 3 | 88.5  | 88.2  | 87.9  | 87.6  | 87.3  | 3 |
| 4 | 118.0 | 117.6 | 117.2 | 116.8 | 116.4 | 4 |
| 5 | 147.5 | 147.0 | 146.5 | 146.0 | 145.5 | 5 |
| 6 | 177.0 | 176.4 | 175.8 | 175.2 | 174.6 | 6 |
| 7 | 206.5 | 205.8 | 205.1 | 204.4 | 203.7 | 7 |
| 8 | 236.0 | 235.2 | 234.4 | 233.6 | 232.8 | 8 |
| 9 | 265.5 | 264.6 | 263.7 | 262.8 | 261.9 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 60°    |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |        |        |        | 61°    |    |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |        |        |        |        |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0'     | 1.72 21 304 | 21 596 | 21 888 | 22 179 | 22 471 | 22 763 | 23 055 | 0' | 1.73 26 131 | 26 422 | 26 713 | 27 003 | 27 294 | 27 585 | 27 875 | 0' | 1.73 26 131 | 26 422 | 26 713 | 27 003 | 27 294 | 27 585 | 27 875 | 0' | 1.73 26 131 | 26 422 | 26 713 | 27 003 | 27 294 | 27 585 | 27 875 |
| 1      | 23 055      | 23 346 | 23 638 | 23 930 | 24 222 | 24 513 | 24 805 | 1  | 27 875      | 28 166 | 28 456 | 28 747 | 29 038 | 29 328 | 29 619 | 1  | 27 875      | 28 166 | 28 456 | 28 747 | 29 038 | 29 328 | 29 619 | 1  | 27 875      | 28 166 | 28 456 | 28 747 | 29 038 | 29 328 | 29 619 |
| 2      | 24 805      | 25 097 | 25 388 | 25 680 | 25 972 | 26 263 | 26 555 | 2  | 29 619      | 29 909 | 30 200 | 30 491 | 30 781 | 31 072 | 31 363 | 2  | 29 619      | 29 909 | 30 200 | 30 491 | 30 781 | 31 072 | 31 363 | 2  | 29 619      | 29 909 | 30 200 | 30 491 | 30 781 | 31 072 | 31 363 |
| 3      | 26 555      | 26 847 | 27 139 | 27 430 | 27 722 | 28 014 | 28 305 | 3  | 31 363      | 31 653 | 31 944 | 32 234 | 32 525 | 32 815 | 33 105 | 3  | 31 363      | 31 653 | 31 944 | 32 234 | 32 525 | 32 815 | 33 105 | 3  | 31 363      | 31 653 | 31 944 | 32 234 | 32 525 | 32 815 | 33 105 |
| 4      | 28 305      | 28 597 | 28 889 | 29 180 | 29 472 | 29 764 | 30 055 | 4  | 33 106      | 33 397 | 33 687 | 33 978 | 34 268 | 34 559 | 34 849 | 4  | 33 106      | 33 397 | 33 687 | 33 978 | 34 268 | 34 559 | 34 849 | 4  | 33 106      | 33 397 | 33 687 | 33 978 | 34 268 | 34 559 | 34 849 |
| 5      | 1.72 30 055 | 30 347 | 30 639 | 30 930 | 31 222 | 31 513 | 31 805 | 5  | 1.73 34 849 | 35 140 | 35 431 | 35 721 | 36 012 | 36 302 | 36 593 | 5  | 1.73 34 849 | 35 140 | 35 431 | 35 721 | 36 012 | 36 302 | 36 593 | 5  | 1.73 34 849 | 35 140 | 35 431 | 35 721 | 36 012 | 36 302 | 36 593 |
| 6      | 31 805      | 32 097 | 32 388 | 32 680 | 32 972 | 33 263 | 33 555 | 6  | 36 593      | 36 883 | 37 174 | 37 464 | 37 755 | 38 046 | 38 336 | 6  | 36 593      | 36 883 | 37 174 | 37 464 | 37 755 | 38 046 | 38 336 | 6  | 36 593      | 36 883 | 37 174 | 37 464 | 37 755 | 38 046 | 38 336 |
| 7      | 33 555      | 33 846 | 34 138 | 34 430 | 34 721 | 35 013 | 35 304 | 7  | 38 336      | 38 627 | 38 917 | 39 208 | 39 498 | 39 789 | 40 079 | 7  | 38 336      | 38 627 | 38 917 | 39 208 | 39 498 | 39 789 | 40 079 | 7  | 38 336      | 38 627 | 38 917 | 39 208 | 39 498 | 39 789 | 40 079 |
| 8      | 35 304      | 35 596 | 35 888 | 36 179 | 36 471 | 36 762 | 37 054 | 8  | 40 079      | 40 370 | 40 660 | 40 951 | 41 241 | 41 532 | 41 822 | 8  | 40 079      | 40 370 | 40 660 | 40 951 | 41 241 | 41 532 | 41 822 | 8  | 40 079      | 40 370 | 40 660 | 40 951 | 41 241 | 41 532 | 41 822 |
| 9      | 37 054      | 37 345 | 37 637 | 37 929 | 38 220 | 38 512 | 38 803 | 9  | 41 822      | 42 113 | 42 403 | 42 694 | 42 984 | 43 275 | 43 565 | 9  | 41 822      | 42 113 | 42 403 | 42 694 | 42 984 | 43 275 | 43 565 | 9  | 41 822      | 42 113 | 42 403 | 42 694 | 42 984 | 43 275 | 43 565 |
| 10     | 1.72 38 803 | 39 095 | 39 386 | 39 678 | 39 970 | 40 261 | 40 553 | 10 | 1.73 43 565 | 43 856 | 44 146 | 44 437 | 44 727 | 45 017 | 45 308 | 10 | 1.73 43 565 | 43 856 | 44 146 | 44 437 | 44 727 | 45 017 | 45 308 | 10 | 1.73 43 565 | 43 856 | 44 146 | 44 437 | 44 727 | 45 017 | 45 308 |
| 11     | 40 553      | 40 844 | 41 136 | 41 427 | 41 719 | 42 010 | 42 302 | 11 | 45 308      | 45 598 | 45 889 | 46 179 | 46 470 | 46 760 | 47 051 | 11 | 45 308      | 45 598 | 45 889 | 46 179 | 46 470 | 46 760 | 47 051 | 11 | 45 308      | 45 598 | 45 889 | 46 179 | 46 470 | 46 760 | 47 051 |
| 12     | 42 302      | 42 593 | 42 885 | 43 176 | 43 468 | 43 759 | 44 051 | 12 | 47 051      | 47 341 | 47 632 | 47 922 | 48 212 | 48 503 | 48 793 | 12 | 47 051      | 47 341 | 47 632 | 47 922 | 48 212 | 48 503 | 48 793 | 12 | 47 051      | 47 341 | 47 632 | 47 922 | 48 212 | 48 503 | 48 793 |
| 13     | 44 051      | 44 342 | 44 634 | 44 925 | 45 217 | 45 508 | 45 800 | 13 | 48 793      | 49 084 | 49 374 | 49 665 | 49 955 | 50 245 | 50 536 | 13 | 48 793      | 49 084 | 49 374 | 49 665 | 49 955 | 50 245 | 50 536 | 13 | 48 793      | 49 084 | 49 374 | 49 665 | 49 955 | 50 245 | 50 536 |
| 14     | 45 800      | 46 091 | 46 383 | 46 674 | 46 966 | 47 257 | 47 549 | 14 | 50 536      | 50 826 | 51 117 | 51 407 | 51 697 | 51 988 | 52 278 | 14 | 50 536      | 50 826 | 51 117 | 51 407 | 51 697 | 51 988 | 52 278 | 14 | 50 536      | 50 826 | 51 117 | 51 407 | 51 697 | 51 988 | 52 278 |
| 15     | 1.72 47 549 | 47 840 | 48 131 | 48 423 | 48 714 | 49 006 | 49 297 | 15 | 1.73 52 278 | 52 569 | 52 859 | 53 149 | 53 440 | 53 730 | 54 021 | 15 | 1.73 52 278 | 52 569 | 52 859 | 53 149 | 53 440 | 53 730 | 54 021 | 15 | 1.73 52 278 | 52 569 | 52 859 | 53 149 | 53 440 | 53 730 | 54 021 |
| 16     | 49 297      | 49 589 | 49 880 | 50 172 | 50 463 | 50 754 | 51 046 | 16 | 54 021      | 54 311 | 54 601 | 54 892 | 55 182 | 55 472 | 55 763 | 16 | 54 021      | 54 311 | 54 601 | 54 892 | 55 182 | 55 472 | 55 763 | 16 | 54 021      | 54 311 | 54 601 | 54 892 | 55 182 | 55 472 | 55 763 |
| 17     | 51 046      | 51 337 | 51 629 | 51 920 | 52 212 | 52 503 | 52 794 | 17 | 55 763      | 56 053 | 56 344 | 56 634 | 56 924 | 57 215 | 57 505 | 17 | 55 763      | 56 053 | 56 344 | 56 634 | 56 924 | 57 215 | 57 505 | 17 | 55 763      | 56 053 | 56 344 | 56 634 | 56 924 | 57 215 | 57 505 |
| 18     | 52 794      | 53 086 | 53 377 | 53 669 | 53 960 | 54 251 | 54 543 | 18 | 57 505      | 57 795 | 58 086 | 58 376 | 58 666 | 58 957 | 59 247 | 18 | 57 505      | 57 795 | 58 086 | 58 376 | 58 666 | 58 957 | 59 247 | 18 | 57 505      | 57 795 | 58 086 | 58 376 | 58 666 | 58 957 | 59 247 |
| 19     | 54 543      | 54 834 | 55 125 | 55 417 | 55 708 | 56 000 | 56 291 | 19 | 59 247      | 59 537 | 59 828 | 60 118 | 60 408 | 60 699 | 60 989 | 19 | 59 247      | 59 537 | 59 828 | 60 118 | 60 408 | 60 699 | 60 989 | 19 | 59 247      | 59 537 | 59 828 | 60 118 | 60 408 | 60 699 | 60 989 |
| 20     | 1.72 56 291 | 56 582 | 56 874 | 57 165 | 57 456 | 57 748 | 58 039 | 20 | 1.73 60 989 | 61 279 | 61 570 | 61 860 | 62 150 | 62 440 | 62 731 | 20 | 1.73 60 989 | 61 279 | 61 570 | 61 860 | 62 150 | 62 440 | 62 731 | 20 | 1.73 60 989 | 61 279 | 61 570 | 61 860 | 62 150 | 62 440 | 62 731 |
| 21     | 58 039      | 58 330 | 58 622 | 58 913 | 59 204 | 59 496 | 59 787 | 21 | 62 731      | 63 021 | 63 311 | 63 602 | 63 892 | 64 182 | 64 473 | 21 | 62 731      | 63 021 | 63 311 | 63 602 | 63 892 | 64 182 | 64 473 | 21 | 62 731      | 63 021 | 63 311 | 63 602 | 63 892 | 64 182 | 64 473 |
| 22     | 59 787      | 60 078 | 60 370 | 60 661 | 60 952 | 61 244 | 61 535 | 22 | 64 473      | 64 763 | 65 053 | 65 343 | 65 634 | 65 924 | 66 214 | 22 | 64 473      | 64 763 | 65 053 | 65 343 | 65 634 | 65 924 | 66 214 | 22 | 64 473      | 64 763 | 65 053 | 65 343 | 65 634 | 65 924 | 66 214 |
| 23     | 61 535      | 61 826 | 62 118 | 62 409 | 62 700 | 62 992 | 63 283 | 23 | 66 214      | 66 504 | 66 795 | 67 085 | 67 375 | 67 665 | 67 956 | 23 | 66 214      | 66 504 | 66 795 | 67 085 | 67 375 | 67 665 | 67 956 | 23 | 66 214      | 66 504 | 66 795 | 67 085 | 67 375 | 67 665 | 67 956 |
| 24     | 63 283      | 63 574 | 63 865 | 64 157 | 64 448 | 64 739 | 65 030 | 24 | 67 956      | 68 246 | 68 536 | 68 826 | 69 117 | 69 407 | 69 697 | 24 | 67 956      | 68 246 | 68 536 | 68 826 | 69 117 | 69 407 | 69 697 | 24 | 67 956      | 68 246 | 68 536 | 68 826 | 69 117 | 69 407 | 69 697 |
| 25     | 1.72 65 030 | 65 322 | 65 613 | 65 904 | 66 196 | 66 487 | 66 778 | 25 | 1.73 69 697 | 69 987 | 70 278 | 70 568 | 70 858 | 71 148 | 71 438 | 25 | 1.73 69 697 | 69 987 | 70 278 | 70 568 | 70 858 | 71 148 | 71 438 | 25 | 1.73 69 697 | 69 987 | 70 278 | 70 568 | 70 858 | 71 148 | 71 438 |
| 26     | 66 778      | 67 069 | 67 361 | 67 652 | 67 943 | 68 234 | 68 526 | 26 | 71 438      | 71 729 | 72 019 | 72 309 | 72 599 | 72 890 | 73 180 | 26 | 71 438      | 71 729 | 72 019 | 72 309 | 72 599 | 72 890 | 73 180 | 26 | 71 438      | 71 729 | 72 019 | 72 309 | 72 599 | 72 890 | 73 180 |
| 27     | 68 526      | 68 817 | 69 108 | 69 399 | 69 690 | 69 982 | 70 273 | 27 | 73 180      | 73 470 | 73 760 | 74 050 | 74 341 | 74 631 | 74 921 | 27 | 73 180      | 73 470 | 73 760 | 74 050 | 74 341 | 74 631 | 74 921 | 27 | 73 180      | 73 470 | 73 760 | 74 050 | 74 341 | 74 631 | 74 921 |
| 28     | 70 273      | 70 564 | 70 855 | 71 147 | 71 438 | 71 729 | 72 020 | 28 | 74 921      | 75 211 | 75 501 | 75 791 | 76 082 | 76 373 | 76 664 | 28 | 74 921      | 75 211 | 75 501 | 75 791 | 76 082 | 76 373 | 76 664 | 28 | 74 921      | 75 211 | 75 501 | 75 791 | 76 082 | 76 373 | 76 664 |
| 29     | 72 020      | 72 311 | 72 603 | 72 894 | 73 185 | 73 476 | 73 767 | 29 | 76 664      | 76 954 | 77 244 | 77 534 | 77 823 | 78 113 | 78 403 | 29 | 76 664      | 76 954 | 77 244 | 77 534 | 77 823 | 78 113 | 78 403 | 29 | 76 664      | 76 954 | 77 244 | 77 534 | 77 823 | 78 113 | 78 403 |
| 30     | 1.72 73 767 | 74 058 | 74 350 | 74 641 | 74 932 | 75 223 | 75 514 | 30 | 1.73 78 403 | 78 693 | 78 983 | 79 273 | 79 564 | 79 854 | 80 144 | 30 | 1.73 78 403 | 78 693 | 78 983 | 79 273 | 79 564 | 79 854 | 80 144 |    |             |        |        |        |        |        |        |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |        |         |     |             |        |        |        |        |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 62°    |             |        |        |        |        |        |         | 63° |             |        |        |        |        |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     |
| 0'     | 1.74 30 589 | 30 879 | 31 168 | 31 458 | 31 748 | 32 037 | 32 327  | 0'  | 1.75 34 729 | 35 018 | 35 307 | 35 596 | 35 885 | 36 174  | 36 462  |
| 1      | 32 327      | 32 617 | 32 906 | 33 196 | 33 486 | 33 775 | 34 065  | 1   | 36 462      | 36 751 | 37 040 | 37 329 | 37 618 | 37 907  | 38 196  |
| 2      | 34 065      | 34 355 | 34 644 | 34 934 | 35 224 | 35 513 | 35 803  | 2   | 38 196      | 38 485 | 38 773 | 39 062 | 39 351 | 39 640  | 39 929  |
| 3      | 35 803      | 36 093 | 36 382 | 36 672 | 36 962 | 37 251 | 37 541  | 3   | 39 929      | 40 218 | 40 507 | 40 795 | 41 084 | 41 373  | 41 662  |
| 4      | 37 541      | 37 830 | 38 120 | 38 410 | 38 699 | 38 989 | 39 279  | 4   | 41 662      | 41 951 | 42 240 | 42 528 | 42 817 | 43 106  | 43 395  |
| 5      | 1.74 39 279 | 39 568 | 39 858 | 40 147 | 40 437 | 40 727 | 41 016  | 5   | 1.75 43 395 | 43 684 | 43 973 | 44 261 | 44 550 | 44 839  | 45 128  |
| 6      | 41 016      | 41 306 | 41 595 | 41 885 | 42 175 | 42 464 | 42 754  | 6   | 45 128      | 45 417 | 45 705 | 45 994 | 46 283 | 46 572  | 46 861  |
| 7      | 42 754      | 43 043 | 43 333 | 43 623 | 43 912 | 44 202 | 44 491  | 7   | 46 861      | 47 149 | 47 438 | 47 727 | 48 016 | 48 305  | 48 593  |
| 8      | 44 491      | 44 781 | 45 071 | 45 360 | 45 650 | 45 939 | 46 229  | 8   | 48 593      | 48 882 | 49 171 | 49 460 | 49 749 | 50 037  | 50 326  |
| 9      | 46 229      | 46 518 | 46 808 | 47 098 | 47 387 | 47 677 | 47 966  | 9   | 50 326      | 50 615 | 50 904 | 51 192 | 51 481 | 51 770  | 52 059  |
| 10     | 1.74 47 966 | 48 256 | 48 545 | 48 835 | 49 124 | 49 414 | 49 703  | 10  | 1.75 52 059 | 52 347 | 52 636 | 52 925 | 53 214 | 53 503  | 53 791  |
| 11     | 49 703      | 49 993 | 50 283 | 50 572 | 50 862 | 51 151 | 51 441  | 11  | 53 791      | 54 080 | 54 369 | 54 658 | 54 946 | 55 235  | 55 524  |
| 12     | 51 441      | 51 730 | 52 020 | 52 309 | 52 599 | 52 888 | 53 178  | 12  | 55 524      | 55 812 | 56 101 | 56 390 | 56 679 | 56 967  | 57 256  |
| 13     | 53 178      | 53 467 | 53 757 | 54 046 | 54 336 | 54 625 | 54 915  | 13  | 57 256      | 57 545 | 57 834 | 58 122 | 58 411 | 58 700  | 58 989  |
| 14     | 54 915      | 55 204 | 55 494 | 55 783 | 56 073 | 56 362 | 56 652  | 14  | 58 989      | 59 277 | 59 566 | 59 855 | 60 143 | 60 432  | 60 721  |
| 15     | 1.74 56 652 | 56 941 | 57 231 | 57 520 | 57 810 | 58 099 | 58 388  | 15  | 1.75 60 721 | 61 009 | 61 298 | 61 587 | 61 876 | 62 164  | 62 453  |
| 16     | 58 388      | 58 678 | 58 967 | 59 257 | 59 546 | 59 836 | 60 125  | 16  | 62 453      | 62 742 | 63 030 | 63 319 | 63 608 | 63 896  | 64 185  |
| 17     | 60 125      | 60 415 | 60 704 | 60 994 | 61 283 | 61 572 | 61 862  | 17  | 64 185      | 64 474 | 64 762 | 65 051 | 65 340 | 65 629  | 65 917  |
| 18     | 61 862      | 62 151 | 62 441 | 62 730 | 63 020 | 63 309 | 63 598  | 18  | 65 917      | 66 206 | 66 495 | 66 783 | 67 072 | 67 361  | 67 649  |
| 19     | 63 598      | 63 888 | 64 177 | 64 466 | 64 756 | 65 046 | 65 335  | 19  | 67 649      | 67 938 | 68 226 | 68 515 | 68 804 | 69 092  | 69 381  |
| 20     | 1.74 65 335 | 65 624 | 65 914 | 66 203 | 66 493 | 66 782 | 67 071  | 20  | 1.75 69 381 | 69 670 | 69 958 | 70 247 | 70 536 | 70 824  | 71 113  |
| 21     | 67 071      | 67 361 | 67 650 | 67 940 | 68 229 | 68 518 | 68 808  | 21  | 71 113      | 71 402 | 71 690 | 71 979 | 72 267 | 72 556  | 72 845  |
| 22     | 68 808      | 69 097 | 69 386 | 69 676 | 69 965 | 70 255 | 70 544  | 22  | 72 845      | 73 133 | 73 422 | 73 711 | 73 999 | 74 288  | 74 576  |
| 23     | 70 544      | 70 833 | 71 123 | 71 412 | 71 701 | 71 991 | 72 280  | 23  | 74 576      | 74 865 | 75 154 | 75 442 | 75 731 | 76 019  | 76 308  |
| 24     | 72 280      | 72 569 | 72 859 | 73 148 | 73 438 | 73 727 | 74 016  | 24  | 76 308      | 76 597 | 76 885 | 77 174 | 77 462 | 77 751  | 78 040  |
| 25     | 1.74 74 016 | 74 306 | 74 595 | 74 884 | 75 174 | 75 463 | 75 752  | 25  | 1.75 78 040 | 78 328 | 78 617 | 78 905 | 79 194 | 79 483  | 79 771  |
| 26     | 75 752      | 76 042 | 76 331 | 76 620 | 76 910 | 77 199 | 77 488  | 26  | 79 771      | 80 060 | 80 348 | 80 637 | 80 925 | 81 214  | 81 503  |
| 27     | 77 488      | 77 777 | 78 067 | 78 356 | 78 645 | 78 935 | 79 224  | 27  | 81 503      | 81 791 | 82 080 | 82 368 | 82 657 | 82 945  | 83 234  |
| 28     | 79 224      | 79 513 | 79 803 | 80 092 | 80 381 | 80 670 | 80 960  | 28  | 83 234      | 83 523 | 83 811 | 84 100 | 84 388 | 84 677  | 84 965  |
| 29     | 80 960      | 81 249 | 81 538 | 81 828 | 82 117 | 82 406 | 82 695  | 29  | 84 965      | 85 254 | 85 542 | 85 831 | 86 119 | 86 408  | 86 697  |
| 30     | 1.74 82 695 | 82 985 | 83 274 | 83 563 | 83 852 | 84 142 | 84 431  | 30  | 1.75 86 697 | 86 985 | 87 274 | 87 562 | 87 851 | 88 139  | 88 428  |
| 31     | 84 431      | 84 720 | 85 010 | 85 299 | 85 588 | 85 877 | 86 167  | 31  | 88 428      | 88 716 | 89 005 | 89 293 | 89 582 | 89 870  | 90 159  |
| 32     | 86 167      | 86 456 | 86 745 | 87 034 | 87 324 | 87 613 | 87 902  | 32  | 90 159      | 90 447 | 90 736 | 91 024 | 91 313 | 91 601  | 91 890  |
| 33     | 87 902      | 88 191 | 88 480 | 88 770 | 89 059 | 89 348 | 89 637  | 33  | 91 890      | 92 178 | 92 467 | 92 755 | 93 044 | 93 332  | 93 621  |
| 34     | 89 637      | 89 927 | 90 216 | 90 505 | 90 794 | 91 083 | 91 373  | 34  | 93 621      | 93 909 | 94 198 | 94 486 | 94 775 | 95 063  | 95 352  |
| 35     | 1.74 91 373 | 91 662 | 91 951 | 92 240 | 92 529 | 92 819 | 93 108  | 35  | 1.75 95 352 | 95 640 | 95 929 | 96 217 | 96 506 | 96 794  | 97 083  |
| 36     | 93 108      | 93 397 | 93 686 | 93 975 | 94 265 | 94 554 | 94 843  | 36  | 97 083      | 97 371 | 97 660 | 97 948 | 98 236 | 98 525  | 98 813  |
| 37     | 94 843      | 95 132 | 95 421 | 95 710 | 96 000 | 96 289 | 96 578  | 37  | 98 813      | 99 101 | 99 390 | 99 679 | 99 967 | 100 256 | 100 544 |
| 38     | 96 578      | 96 867 | 97 156 | 97 445 | 97 735 | 98 024 | 98 313  | 38  | 1.76 00 544 | 00 833 | 01 121 | 01 409 | 01 698 | 01 986  | 02 275  |
| 39     | 98 313      | 98 602 | 98 891 | 99 180 | 99 470 | 99 759 | 100 048 | 39  | 02 275      | 02 563 | 02 852 | 03 140 | 03 428 | 03 717  | 04 005  |
| 40     | 1.75 00 048 | 00 337 | 00 626 | 00 915 | 01 204 | 01 493 | 01 783  | 40  | 1.76 04 005 | 04 294 | 04 582 | 04 871 | 05 159 | 05 447  | 05 736  |
| 41     | 01 783      | 02 072 | 02 361 | 02 650 | 02 939 | 03 228 | 03 517  | 41  | 05 736      | 06 024 | 06 313 | 06 601 | 06 889 | 07 178  | 07 466  |
| 42     | 03 517      | 03 806 | 04 096 | 04 385 | 04 674 | 04 963 | 05 252  | 42  | 07 466      | 07 755 | 08 043 | 08 331 | 08 620 | 08 908  | 09 197  |
| 43     | 05 252      | 05 541 | 05 830 | 06 119 | 06 408 | 06 697 | 06 987  | 43  | 09 197      | 09 485 | 09 773 | 10 062 | 10 350 | 10 639  | 10 927  |
| 44     | 06 987      | 07 276 | 07 565 | 07 854 | 08 143 | 08 432 | 08 721  | 44  | 10 927      | 11 215 | 11 504 | 11 792 | 12 080 | 12 369  | 12 657  |
| 45     | 1.75 08 721 | 09 010 | 09 299 | 09 588 | 09 877 | 10 166 | 10 455  | 45  | 1.76 12 657 | 12 946 | 13 234 | 13 522 | 13 811 | 14 099  | 14 387  |
| 46     | 10 455      | 10 744 | 11 034 | 11 323 | 11 612 | 11 901 | 12 190  | 46  | 14 387      | 14 676 | 14 964 | 15 253 | 15 541 | 15 829  | 16 118  |
| 47     | 12 190      | 12 479 | 12 768 | 13 057 | 13 346 | 13 635 | 13 924  | 47  | 16 118      | 16 406 | 16 694 | 16 983 | 17 271 | 17 559  | 17 848  |
| 48     | 13 924      | 14 213 | 14 502 | 14 791 | 15 080 | 15 369 | 15 658  | 48  | 17 848      | 18 136 | 18 424 | 18 713 | 19 001 | 19 289  | 19 578  |
| 49     | 15 658      | 15 947 | 16 236 | 16 525 | 16 814 | 17 103 | 17 392  | 49  | 19 578      | 19 866 | 20 154 | 20 443 | 20 731 | 21 019  | 21 308  |
| 50     | 1.75 17 392 | 17 681 | 17 970 | 18 259 | 18 548 | 18 837 | 19 126  | 50  | 1.76 21 308 | 21 596 | 21 884 | 22 173 | 22 461 | 22 749  | 23 037  |
| 51     | 19 126      | 19 415 | 19 704 | 19 993 | 20 282 | 20 571 | 20 860  | 51  | 23 037      | 23 326 | 23 614 | 23 902 | 24 191 | 24 479  | 24 767  |
| 52     | 20 860      | 21 149 | 21 438 | 21 727 | 22 016 | 22 305 | 22 594  | 52  | 24 767      | 25 056 | 25 344 | 25 632 | 25 920 | 26 209  | 26 497  |
| 53     | 22 594      | 22 883 | 23 172 | 23 461 | 23 750 | 24 039 | 24 328  | 53  | 26 497      | 26 785 | 27 074 | 27 362 | 27 650 | 27 938  | 28 227  |
| 54     | 24 328      | 24 617 | 24 906 | 25 195 | 25 484 | 25 773 | 26 062  | 54  | 28 227      | 28 515 | 28 803 | 29 092 | 29 380 | 29 668  | 29 956  |
| 55     | 1.75 26 062 | 26 351 | 26 640 | 26 929 | 27 217 | 27 506 | 27 795  | 55  | 1.76 29 956 | 30 245 | 30 533 | 30 821 | 31 109 | 31 398  | 31 686  |
| 56     | 27 795      | 28 084 | 28 373 | 28 662 | 28 951 | 29 240 | 29 529  | 56  | 31 686      | 31 974 | 32 263 | 32 551 | 32 839 | 33 127  | 33 416  |
| 57     | 29 529      | 29 818 | 30 107 | 30 396 | 30 685 | 30 974 | 31 262  | 57  | 33 416      | 33 704 | 33 992 | 34 280 | 34 568 | 34 857  | 35 145  |
| 58     | 31 262      | 31 551 | 31 840 | 32 129 | 32 418 | 32 707 | 32 996  | 58  | 35 145      | 35 433 | 35 721 | 36 010 | 36 298 | 36 586  | 36 874  |
| 59     | 32 996      | 33 285 | 33 574 | 33 863 | 34 151 | 34 440 | 34 729  | 59  | 36 874      | 37 163 | 37 451 | 37 739 | 38 027 | 38 315  | 38 604  |

|   | 290   | 289   | 288   |
|---|-------|-------|-------|
| 1 | 29.0  | 28.9  | 28.8  |
| 2 | 58.0  | 57.8  | 57.6  |
| 3 | 87.0  | 86.7  | 86.4  |
| 4 | 116.0 | 115.6 | 115.2 |
| 5 | 145.0 | 144.5 | 144.0 |
| 6 | 174.0 | 173.4 | 172.8 |
| 7 | 203.0 | 202.3 | 201.6 |
| 8 | 232.0 | 231.2 | 230.4 |
| 9 | 261.0 | 260.1 | 259.2 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |         |         |         |     |             |        |        |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 64°    |             |        |        |        |         |         |         | 65° |             |        |        |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.76 38 604 | 38 892 | 39 180 | 39 468 | 39 757  | 40 045  | 40 333  | 0   | 1.77 42 262 | 42 550 | 42 838 | 43 125  | 43 413  | 43 701  | 43 988  |
| 1      | 40 333      | 40 621 | 40 909 | 41 198 | 41 486  | 41 774  | 42 062  | 1   | 43 988      | 44 276 | 44 564 | 44 851  | 45 139  | 45 427  | 45 715  |
| 2      | 42 062      | 42 350 | 42 639 | 42 927 | 43 215  | 43 503  | 43 791  | 2   | 45 715      | 46 002 | 46 290 | 46 578  | 46 865  | 47 153  | 47 441  |
| 3      | 43 791      | 44 080 | 44 368 | 44 656 | 44 944  | 45 232  | 45 520  | 3   | 47 441      | 47 728 | 48 016 | 48 304  | 48 591  | 48 879  | 49 166  |
| 4      | 45 520      | 45 809 | 46 097 | 46 385 | 46 673  | 46 961  | 47 249  | 4   | 49 166      | 49 454 | 49 742 | 50 029  | 50 317  | 50 605  | 50 892  |
| 5      | 1.76 47 249 | 47 538 | 47 826 | 48 114 | 48 402  | 48 690  | 48 978  | 5   | 1.77 50 892 | 51 180 | 51 468 | 51 755  | 52 043  | 52 331  | 52 618  |
| 6      | 48 978      | 49 267 | 49 555 | 49 843 | 50 131  | 50 419  | 50 707  | 6   | 52 618      | 52 906 | 53 194 | 53 481  | 53 769  | 54 056  | 54 344  |
| 7      | 50 707      | 50 996 | 51 284 | 51 572 | 51 860  | 52 148  | 52 436  | 7   | 54 344      | 54 632 | 54 919 | 55 207  | 55 495  | 55 782  | 56 070  |
| 8      | 52 436      | 52 724 | 53 013 | 53 301 | 53 589  | 53 877  | 54 165  | 8   | 56 070      | 56 357 | 56 645 | 56 933  | 57 220  | 57 508  | 57 796  |
| 9      | 54 165      | 54 453 | 54 741 | 55 029 | 55 318  | 55 606  | 55 894  | 9   | 57 796      | 58 083 | 58 371 | 58 658  | 58 946  | 59 234  | 59 521  |
| 10     | 1.76 55 894 | 56 182 | 56 470 | 56 758 | 57 046  | 57 334  | 57 622  | 10  | 1.77 59 521 | 59 809 | 60 097 | 60 384  | 60 672  | 60 959  | 61 247  |
| 11     | 57 622      | 57 911 | 58 199 | 58 487 | 58 775  | 59 063  | 59 351  | 11  | 61 247      | 61 535 | 61 822 | 62 110  | 62 397  | 62 685  | 62 973  |
| 12     | 59 351      | 59 639 | 59 927 | 60 215 | 60 504  | 60 792  | 61 080  | 12  | 62 973      | 63 260 | 63 548 | 63 835  | 64 123  | 64 411  | 64 698  |
| 13     | 61 080      | 61 368 | 61 656 | 61 944 | 62 232  | 62 520  | 62 808  | 13  | 64 698      | 64 986 | 65 273 | 65 561  | 65 848  | 66 136  | 66 424  |
| 14     | 62 808      | 63 096 | 63 384 | 63 672 | 63 961  | 64 249  | 64 537  | 14  | 66 424      | 66 711 | 66 999 | 67 286  | 67 574  | 67 862  | 68 149  |
| 15     | 1.76 64 537 | 64 825 | 65 113 | 65 401 | 65 689  | 65 977  | 66 265  | 15  | 1.77 68 149 | 68 437 | 68 724 | 69 012  | 69 299  | 69 587  | 69 875  |
| 16     | 66 265      | 66 553 | 66 841 | 67 129 | 67 417  | 67 705  | 67 993  | 16  | 69 875      | 70 162 | 70 450 | 70 737  | 71 025  | 71 312  | 71 600  |
| 17     | 67 993      | 68 281 | 68 570 | 68 858 | 69 146  | 69 434  | 69 722  | 17  | 71 600      | 71 887 | 72 175 | 72 463  | 72 750  | 73 038  | 73 325  |
| 18     | 69 722      | 70 010 | 70 298 | 70 586 | 70 874  | 71 162  | 71 450  | 18  | 73 325      | 73 613 | 73 900 | 74 188  | 74 475  | 74 763  | 75 051  |
| 19     | 71 450      | 71 738 | 72 026 | 72 314 | 72 602  | 72 890  | 73 178  | 19  | 75 051      | 75 338 | 75 625 | 75 913  | 76 201  | 76 488  | 76 776  |
| 20     | 1.76 73 178 | 73 466 | 73 754 | 74 042 | 74 330  | 74 618  | 74 906  | 20  | 1.77 76 776 | 77 063 | 77 351 | 77 638  | 77 926  | 78 213  | 78 501  |
| 21     | 74 906      | 75 194 | 75 482 | 75 770 | 76 058  | 76 346  | 76 634  | 21  | 78 501      | 78 789 | 79 076 | 79 364  | 79 651  | 79 939  | 80 226  |
| 22     | 76 634      | 76 922 | 77 210 | 77 498 | 77 786  | 78 074  | 78 362  | 22  | 80 226      | 80 514 | 80 801 | 81 089  | 81 376  | 81 664  | 81 951  |
| 23     | 78 362      | 78 650 | 78 938 | 79 226 | 79 514  | 79 802  | 80 090  | 23  | 81 951      | 82 239 | 82 526 | 82 814  | 83 101  | 83 389  | 83 676  |
| 24     | 80 090      | 80 378 | 80 666 | 80 954 | 81 242  | 81 530  | 81 818  | 24  | 83 676      | 83 964 | 84 251 | 84 539  | 84 826  | 85 114  | 85 401  |
| 25     | 1.76 81 818 | 82 106 | 82 394 | 82 682 | 82 970  | 83 258  | 83 546  | 25  | 1.77 85 401 | 85 689 | 85 976 | 86 264  | 86 551  | 86 839  | 87 126  |
| 26     | 83 546      | 83 834 | 84 122 | 84 410 | 84 698  | 84 986  | 85 274  | 26  | 87 126      | 87 414 | 87 701 | 87 989  | 88 276  | 88 564  | 88 851  |
| 27     | 85 274      | 85 562 | 85 850 | 86 138 | 86 426  | 86 714  | 87 002  | 27  | 88 851      | 89 139 | 89 426 | 89 714  | 90 001  | 90 289  | 90 576  |
| 28     | 87 002      | 87 290 | 87 577 | 87 865 | 88 153  | 88 441  | 88 729  | 28  | 90 576      | 90 864 | 91 151 | 91 439  | 91 726  | 92 014  | 92 301  |
| 29     | 88 729      | 89 017 | 89 305 | 89 593 | 89 881  | 90 169  | 90 457  | 29  | 92 301      | 92 589 | 92 876 | 93 164  | 93 451  | 93 739  | 94 026  |
| 30     | 1.76 90 457 | 90 745 | 91 033 | 91 321 | 91 609  | 91 897  | 92 185  | 30  | 1.77 94 026 | 94 314 | 94 601 | 94 889  | 95 176  | 95 463  | 95 751  |
| 31     | 92 185      | 92 472 | 92 760 | 93 048 | 93 336  | 93 624  | 93 912  | 31  | 95 751      | 96 038 | 96 326 | 96 613  | 96 901  | 97 188  | 97 476  |
| 32     | 93 912      | 94 200 | 94 488 | 94 776 | 95 064  | 95 352  | 95 640  | 32  | 97 476      | 97 763 | 98 051 | 98 338  | 98 626  | 98 913  | 99 200  |
| 33     | 95 640      | 95 927 | 96 215 | 96 503 | 96 791  | 97 079  | 97 367  | 33  | 99 200      | 99 488 | 99 775 | 100 063 | 100 350 | 100 638 | 100 925 |
| 34     | 97 367      | 97 655 | 97 943 | 98 231 | 98 519  | 98 806  | 99 094  | 34  | 1.78 00 925 | 01 213 | 01 500 | 01 787  | 02 075  | 02 362  | 02 650  |
| 35     | 1.76 99 094 | 99 382 | 99 670 | 99 958 | 100 246 | 100 534 | 100 822 | 35  | 1.78 02 650 | 02 937 | 03 225 | 03 512  | 03 800  | 04 087  | 04 374  |
| 36     | 1.77 00 822 | 01 110 | 01 397 | 01 685 | 01 973  | 02 261  | 02 549  | 36  | 04 374      | 04 662 | 04 949 | 05 237  | 05 524  | 05 812  | 06 099  |
| 37     | 02 549      | 02 837 | 03 125 | 03 413 | 03 700  | 03 988  | 04 276  | 37  | 06 099      | 06 386 | 06 674 | 06 961  | 07 249  | 07 536  | 07 824  |
| 38     | 04 276      | 04 564 | 04 852 | 05 140 | 05 428  | 05 715  | 06 003  | 38  | 07 824      | 08 111 | 08 398 | 08 686  | 08 973  | 09 261  | 09 548  |
| 39     | 06 003      | 06 291 | 06 579 | 06 867 | 07 155  | 07 443  | 07 730  | 39  | 09 548      | 09 835 | 10 123 | 10 410  | 10 698  | 10 985  | 11 273  |
| 40     | 1.77 07 730 | 08 018 | 08 306 | 08 594 | 08 882  | 09 170  | 09 457  | 40  | 1.78 11 273 | 11 560 | 11 847 | 12 135  | 12 422  | 12 710  | 12 997  |
| 41     | 09 457      | 09 745 | 10 033 | 10 321 | 10 609  | 10 897  | 11 184  | 41  | 12 997      | 13 284 | 13 572 | 13 859  | 14 147  | 14 434  | 14 721  |
| 42     | 11 184      | 11 472 | 11 760 | 12 048 | 12 336  | 12 624  | 12 911  | 42  | 14 721      | 15 009 | 15 296 | 15 584  | 15 871  | 16 158  | 16 446  |
| 43     | 12 911      | 13 199 | 13 487 | 13 775 | 14 063  | 14 351  | 14 638  | 43  | 16 446      | 16 733 | 17 020 | 17 308  | 17 595  | 17 883  | 18 170  |
| 44     | 14 638      | 14 926 | 15 214 | 15 502 | 15 790  | 16 077  | 16 365  | 44  | 18 170      | 18 457 | 18 745 | 19 032  | 19 320  | 19 607  | 19 894  |
| 45     | 1.77 16 365 | 16 653 | 16 941 | 17 229 | 17 516  | 17 804  | 18 092  | 45  | 1.78 19 894 | 20 182 | 20 469 | 20 756  | 21 044  | 21 331  | 21 619  |
| 46     | 18 092      | 18 380 | 18 668 | 18 955 | 19 243  | 19 531  | 19 819  | 46  | 21 619      | 21 906 | 22 193 | 22 481  | 22 768  | 23 055  | 23 343  |
| 47     | 19 819      | 20 107 | 20 394 | 20 682 | 20 970  | 21 258  | 21 546  | 47  | 23 343      | 23 630 | 23 917 | 24 205  | 24 492  | 24 780  | 25 067  |
| 48     | 21 546      | 21 833 | 22 121 | 22 409 | 22 697  | 22 984  | 23 272  | 48  | 25 067      | 25 354 | 25 642 | 25 929  | 26 216  | 26 504  | 26 791  |
| 49     | 23 272      | 23 560 | 23 848 | 24 136 | 24 423  | 24 711  | 24 999  | 49  | 26 791      | 27 078 | 27 366 | 27 653  | 27 940  | 28 228  | 28 515  |
| 50     | 1.77 24 999 | 25 287 | 25 574 | 25 862 | 26 150  | 26 438  | 26 725  | 50  | 1.78 28 515 | 28 803 | 29 090 | 29 377  | 29 665  | 29 952  | 30 239  |
| 51     | 26 725      | 27 013 | 27 301 | 27 589 | 27 876  | 28 164  | 28 452  | 51  | 30 239      | 30 527 | 30 814 | 31 101  | 31 389  | 31 676  | 31 963  |
| 52     | 28 452      | 28 740 | 29 027 | 29 315 | 29 603  | 29 891  | 30 178  | 52  | 31 963      | 32 251 | 32 538 | 32 825  | 33 113  | 33 400  | 33 687  |
| 53     | 30 178      | 30 466 | 30 754 | 31 042 | 31 329  | 31 617  | 31 905  | 53  | 33 687      | 33 975 | 34 262 | 34 549  | 34 837  | 35 124  | 35 411  |
| 54     | 31 905      | 32 193 | 32 480 | 32 768 | 33 056  | 33 343  | 33 631  | 54  | 35 411      | 35 699 | 35 986 | 36 273  | 36 561  | 36 848  | 37 135  |
| 55     | 1.77 33 631 | 33 919 | 34 207 | 34 494 | 34 782  | 35 070  | 35 358  | 55  | 1.78 37 135 | 37 422 | 37 710 | 37 997  | 38 284  | 38 572  | 38 859  |
| 56     | 35 358      | 35 645 | 35 933 | 36 221 | 36 508  | 36 796  | 37 084  | 56  | 38 859      | 39 146 | 39 434 | 39 721  | 40 008  | 40 296  | 40 583  |
| 57     | 37 084      | 37 372 | 37 659 | 37 947 | 38 235  | 38 522  | 38 810  | 57  | 40 583      | 40 870 | 41 158 | 41 445  | 41 732  | 42 019  | 42 307  |
| 58     | 38 810      | 39 098 | 39 385 | 39 673 | 39 961  | 40 249  | 40 536  | 58  | 42 307      | 42 594 | 42 881 | 43 169  | 43 456  | 43 743  | 44 031  |
| 59     | 40 536      | 40 824 | 41 112 | 41 399 | 41 687  | 41 975  | 42 262  | 59  | 44 031      | 44 318 | 44 605 | 44 892  | 45 180  | 45 467  | 45 754  |

|   | 289   | 288   | 287   |   |
|---|-------|-------|-------|---|
| 1 | 28.9  | 28.8  | 28.7  | 1 |
| 2 | 57.8  | 57.6  | 57.4  | 2 |
| 3 | 86.7  | 86.4  | 86.1  | 3 |
| 4 | 115.6 | 115.2 | 114.8 | 4 |
| 5 | 144.5 | 144.0 | 143.5 | 5 |
| 6 | 173.4 | 172.8 | 172.2 | 6 |
| 7 | 202.3 | 201.6 | 200.9 | 7 |
| 8 | 231.2 | 230.4 | 229.6 | 8 |
| 9 | 260.1 | 259.2 | 258.3 | 9 |



## Tafel IV.

| log M.      |        |        |         |         |         |         |    |             |        |        |        |         |         |         |  |
|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|----|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--|
| 66°         |        |        |         |         |         |         |    | 67°         |        |        |        |         |         |         |  |
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     |  |
| 1.78 45 754 | 46 042 | 46 329 | 46 616  | 46 903  | 47 191  | 47 478  | 0' | 1.79 49 128 | 49 415 | 49 702 | 49 989 | 50 276  | 50 563  | 50 850  |  |
| 47 478      | 47 765 | 48 053 | 48 340  | 48 627  | 48 914  | 49 202  | 1  | 50 850      | 51 137 | 51 424 | 51 711 | 51 998  | 52 285  | 52 572  |  |
| 49 202      | 49 489 | 49 776 | 50 064  | 50 351  | 50 638  | 50 925  | 2  | 52 572      | 52 859 | 53 146 | 53 433 | 53 720  | 54 007  | 54 294  |  |
| 50 925      | 51 213 | 51 500 | 51 787  | 52 074  | 52 362  | 52 649  | 3  | 54 294      | 54 581 | 54 868 | 55 155 | 55 442  | 55 729  | 56 016  |  |
| 52 649      | 52 936 | 53 224 | 53 511  | 53 798  | 54 085  | 54 373  | 4  | 56 016      | 56 303 | 56 590 | 56 877 | 57 164  | 57 451  | 57 738  |  |
| 1.78 54 373 | 54 660 | 54 947 | 55 234  | 55 522  | 55 809  | 56 096  | 5  | 1.79 57 738 | 58 025 | 58 312 | 58 599 | 58 886  | 59 173  | 59 460  |  |
| 56 096      | 56 383 | 56 671 | 56 958  | 57 245  | 57 532  | 57 820  | 6  | 59 460      | 59 747 | 60 034 | 60 321 | 60 608  | 60 895  | 61 182  |  |
| 57 820      | 58 107 | 58 394 | 58 681  | 58 969  | 59 256  | 59 543  | 7  | 61 182      | 61 469 | 61 756 | 62 043 | 62 330  | 62 617  | 62 904  |  |
| 59 543      | 59 830 | 60 118 | 60 405  | 60 692  | 60 979  | 61 267  | 8  | 62 904      | 63 191 | 63 478 | 63 765 | 64 052  | 64 339  | 64 626  |  |
| 61 267      | 61 554 | 61 841 | 62 128  | 62 416  | 62 703  | 62 990  | 9  | 64 626      | 64 913 | 65 200 | 65 487 | 65 774  | 66 061  | 66 348  |  |
| 1.78 62 990 | 63 277 | 63 565 | 63 852  | 64 139  | 64 426  | 64 714  | 10 | 1.79 66 348 | 66 635 | 66 922 | 67 209 | 67 496  | 67 783  | 68 070  |  |
| 64 714      | 65 001 | 65 288 | 65 575  | 65 862  | 66 150  | 66 437  | 11 | 68 070      | 68 357 | 68 644 | 68 931 | 69 218  | 69 505  | 69 792  |  |
| 66 437      | 66 724 | 67 011 | 67 299  | 67 586  | 67 873  | 68 160  | 12 | 69 792      | 70 079 | 70 366 | 70 653 | 70 940  | 71 227  | 71 514  |  |
| 68 160      | 68 447 | 68 735 | 69 022  | 69 309  | 69 596  | 69 884  | 13 | 71 514      | 71 801 | 72 088 | 72 375 | 72 662  | 72 949  | 73 236  |  |
| 69 884      | 70 171 | 70 458 | 70 745  | 71 032  | 71 320  | 71 607  | 14 | 73 236      | 73 523 | 73 810 | 74 097 | 74 384  | 74 671  | 74 958  |  |
| 1.78 71 607 | 71 894 | 72 181 | 72 469  | 72 756  | 73 043  | 73 330  | 15 | 1.79 74 958 | 75 245 | 75 532 | 75 819 | 76 106  | 76 393  | 76 680  |  |
| 73 330      | 73 617 | 73 905 | 74 192  | 74 479  | 74 766  | 75 053  | 16 | 76 680      | 76 967 | 77 254 | 77 541 | 77 828  | 78 115  | 78 402  |  |
| 75 053      | 75 341 | 75 628 | 75 915  | 76 202  | 76 489  | 76 777  | 17 | 78 402      | 78 689 | 78 976 | 79 263 | 79 550  | 79 837  | 80 124  |  |
| 76 777      | 77 064 | 77 351 | 77 638  | 77 925  | 78 213  | 78 500  | 18 | 80 124      | 80 411 | 80 698 | 80 985 | 81 272  | 81 559  | 81 845  |  |
| 78 500      | 78 787 | 79 074 | 79 361  | 79 649  | 79 936  | 80 223  | 19 | 81 845      | 82 132 | 82 419 | 82 706 | 82 993  | 83 280  | 83 567  |  |
| 1.78 80 223 | 80 510 | 80 797 | 81 084  | 81 372  | 81 659  | 81 946  | 20 | 1.79 83 567 | 83 854 | 84 141 | 84 428 | 84 715  | 85 002  | 85 289  |  |
| 81 946      | 82 233 | 82 520 | 82 808  | 83 095  | 83 382  | 83 669  | 21 | 85 289      | 85 576 | 85 863 | 86 150 | 86 437  | 86 724  | 87 011  |  |
| 83 669      | 83 956 | 84 243 | 84 531  | 84 818  | 85 105  | 85 392  | 22 | 87 011      | 87 298 | 87 585 | 87 872 | 88 159  | 88 446  | 88 733  |  |
| 85 392      | 85 679 | 85 967 | 86 254  | 86 541  | 86 828  | 87 115  | 23 | 88 733      | 89 020 | 89 307 | 89 594 | 89 881  | 90 167  | 90 454  |  |
| 87 115      | 87 402 | 87 690 | 87 977  | 88 264  | 88 551  | 88 838  | 24 | 90 454      | 90 741 | 91 028 | 91 315 | 91 602  | 91 889  | 92 176  |  |
| 1.78 88 838 | 89 125 | 89 413 | 89 700  | 89 987  | 90 274  | 90 561  | 25 | 1.79 92 176 | 92 463 | 92 750 | 93 037 | 93 324  | 93 611  | 93 898  |  |
| 90 561      | 90 848 | 91 135 | 91 423  | 91 710  | 91 997  | 92 284  | 26 | 93 898      | 94 185 | 94 472 | 94 759 | 95 046  | 95 333  | 95 620  |  |
| 92 284      | 92 571 | 92 858 | 93 146  | 93 433  | 93 720  | 94 007  | 27 | 95 620      | 95 907 | 96 194 | 96 480 | 96 767  | 97 054  | 97 341  |  |
| 94 007      | 94 294 | 94 581 | 94 869  | 95 156  | 95 443  | 95 730  | 28 | 97 341      | 97 628 | 97 915 | 98 202 | 98 489  | 98 776  | 99 063  |  |
| 95 730      | 96 017 | 96 304 | 96 591  | 96 879  | 97 166  | 97 453  | 29 | 99 063      | 99 350 | 99 637 | 99 924 | 100 211 | 100 498 | 100 785 |  |
| 1.78 97 453 | 97 740 | 98 027 | 98 314  | 98 601  | 98 889  | 99 176  | 30 | 1.80 00 785 | 01 072 | 01 359 | 01 646 | 01 932  | 02 219  | 02 506  |  |
| 99 176      | 99 463 | 99 750 | 100 037 | 100 324 | 100 611 | 100 898 | 31 | 02 506      | 02 793 | 03 080 | 03 367 | 03 654  | 03 941  | 04 228  |  |
| 1.79 00 898 | 01 186 | 01 473 | 01 760  | 02 047  | 02 334  | 02 621  | 32 | 04 228      | 04 515 | 04 802 | 05 089 | 05 376  | 05 663  | 05 950  |  |
| 02 621      | 02 908 | 03 196 | 03 483  | 03 770  | 04 057  | 04 344  | 33 | 05 950      | 06 237 | 06 524 | 06 810 | 07 097  | 07 384  | 07 671  |  |
| 04 344      | 04 631 | 04 918 | 05 205  | 05 493  | 05 780  | 06 067  | 34 | 07 671      | 07 958 | 08 245 | 08 532 | 08 819  | 09 106  | 09 393  |  |
| 1.79 06 067 | 06 354 | 06 641 | 06 928  | 07 215  | 07 502  | 07 789  | 35 | 1.80 09 393 | 09 680 | 09 967 | 10 254 | 10 541  | 10 828  | 11 114  |  |
| 07 789      | 08 077 | 08 364 | 08 651  | 08 938  | 09 225  | 09 512  | 36 | 11 114      | 11 401 | 11 688 | 11 975 | 12 262  | 12 549  | 12 836  |  |
| 09 512      | 09 799 | 10 086 | 10 374  | 10 661  | 10 948  | 11 235  | 37 | 12 836      | 13 123 | 13 410 | 13 697 | 13 984  | 14 271  | 14 558  |  |
| 11 235      | 11 522 | 11 809 | 12 096  | 12 383  | 12 670  | 12 957  | 38 | 14 558      | 14 845 | 15 132 | 15 418 | 15 705  | 15 992  | 16 279  |  |
| 12 957      | 13 245 | 13 532 | 13 819  | 14 106  | 14 393  | 14 680  | 39 | 16 279      | 16 566 | 16 853 | 17 140 | 17 427  | 17 714  | 18 001  |  |
| 1.79 14 680 | 14 967 | 15 254 | 15 541  | 15 829  | 16 116  | 16 403  | 40 | 1.80 18 001 | 18 288 | 18 575 | 18 862 | 19 148  | 19 435  | 19 722  |  |
| 16 403      | 16 690 | 16 977 | 17 264  | 17 551  | 17 838  | 18 125  | 41 | 19 722      | 20 009 | 20 296 | 20 583 | 20 870  | 21 157  | 21 444  |  |
| 18 125      | 18 412 | 18 699 | 18 987  | 19 274  | 19 561  | 19 848  | 42 | 21 444      | 21 731 | 22 018 | 22 305 | 22 592  | 22 878  | 23 165  |  |
| 19 848      | 20 135 | 20 422 | 20 709  | 20 996  | 21 283  | 21 570  | 43 | 23 165      | 23 452 | 23 739 | 24 026 | 24 313  | 24 600  | 24 887  |  |
| 21 570      | 21 857 | 22 144 | 22 432  | 22 719  | 23 006  | 23 293  | 44 | 24 887      | 25 174 | 25 461 | 25 748 | 26 035  | 26 321  | 26 608  |  |
| 1.79 23 293 | 23 580 | 23 867 | 24 154  | 24 441  | 24 728  | 25 015  | 45 | 1.80 26 608 | 26 895 | 27 182 | 27 469 | 27 756  | 28 043  | 28 330  |  |
| 25 015      | 25 302 | 25 589 | 25 877  | 26 164  | 26 451  | 26 738  | 46 | 28 330      | 28 617 | 28 904 | 29 191 | 29 478  | 29 764  | 30 051  |  |
| 26 738      | 27 025 | 27 312 | 27 599  | 27 886  | 28 173  | 28 460  | 47 | 30 051      | 30 338 | 30 625 | 30 912 | 31 199  | 31 486  | 31 773  |  |
| 28 460      | 28 747 | 29 034 | 29 321  | 29 608  | 29 896  | 30 183  | 48 | 31 773      | 32 060 | 32 347 | 32 634 | 32 920  | 33 207  | 33 494  |  |
| 30 183      | 30 470 | 30 757 | 31 044  | 31 331  | 31 618  | 31 905  | 49 | 33 494      | 33 781 | 34 068 | 34 355 | 34 642  | 34 929  | 35 216  |  |
| 1.79 31 905 | 32 192 | 32 479 | 32 766  | 33 053  | 33 340  | 33 627  | 50 | 1.80 35 216 | 35 503 | 35 790 | 36 076 | 36 363  | 36 650  | 36 937  |  |
| 33 627      | 33 914 | 34 201 | 34 489  | 34 776  | 35 063  | 35 350  | 51 | 36 937      | 37 224 | 37 511 | 37 798 | 38 085  | 38 372  | 38 659  |  |
| 35 350      | 35 637 | 35 924 | 36 211  | 36 498  | 36 785  | 37 072  | 52 | 38 659      | 38 946 | 39 233 | 39 519 | 39 806  | 40 093  | 40 380  |  |
| 37 072      | 37 359 | 37 646 | 37 933  | 38 220  | 38 507  | 38 794  | 53 | 40 380      | 40 667 | 40 954 | 41 241 | 41 528  | 41 815  | 42 101  |  |
| 38 794      | 39 081 | 39 368 | 39 655  | 39 942  | 40 230  | 40 517  | 54 | 42 101      | 42 388 | 42 675 | 42 962 | 43 249  | 43 536  | 43 823  |  |
| 1.79 40 517 | 40 804 | 41 091 | 41 378  | 41 665  | 41 952  | 42 239  | 55 | 1.80 43 823 | 44 110 | 44 397 | 44 684 | 44 970  | 45 257  | 45 544  |  |
| 42 239      | 42 526 | 42 813 | 43 100  | 43 387  | 43 674  | 43 961  | 56 | 45 544      | 45 831 | 46 118 | 46 405 | 46 692  | 46 979  | 47 266  |  |
| 43 961      | 44 248 | 44 535 | 44 822  | 45 109  | 45 396  | 45 683  | 57 | 47 266      | 47 553 | 47 839 | 48 126 | 48 413  | 48 700  | 48 987  |  |
| 45 683      | 45 970 | 46 257 | 46 544  | 46 831  | 47 118  | 47 405  | 58 | 48 987      | 49 274 | 49 561 | 49 848 | 50 135  | 50 422  | 50 708  |  |
| 47 405      | 47 693 | 47 980 | 48 267  | 48 554  | 48 841  | 49 128  | 59 | 50 708      | 50 995 | 51 282 | 51 569 | 51 856  | 52 143  | 52 430  |  |

|   | 288   | 287   | 286   |   |
|---|-------|-------|-------|---|
| 1 | 28.8  | 28.7  | 28.6  | 1 |
| 2 | 57.6  | 57.4  | 57.2  | 2 |
| 3 | 86.4  | 86.1  | 85.8  | 3 |
| 4 | 115.2 | 114.8 | 114.4 | 4 |
| 5 | 144.0 | 143.5 | 143.0 | 5 |
| 6 | 172.8 | 172.2 | 171.6 | 6 |
| 7 | 201.6 | 200.9 | 200.2 | 7 |
| 8 | 230.4 | 229.6 | 228.8 | 8 |
| 9 | 259.2 | 258.3 | 257.4 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |         |         |         |     |             |        |        |        |        |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 68°    |             |        |        |        |         |         |         | 69° |             |        |        |        |        |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.80 52 430 | 52 717 | 53 004 | 53 290 | 53 577  | 53 864  | 54 151  | 0   | 1.81 55 707 | 55 994 | 56 281 | 56 568 | 56 855 | 57 142  | 57 429  |
| 1      | 54 151      | 54 438 | 54 725 | 55 012 | 55 299  | 55 586  | 55 873  | 1   | 57 429      | 57 716 | 58 003 | 58 289 | 58 576 | 58 863  | 59 150  |
| 2      | 55 873      | 56 159 | 56 446 | 56 733 | 57 020  | 57 307  | 57 594  | 2   | 59 150      | 59 437 | 59 724 | 60 011 | 60 298 | 60 585  | 60 872  |
| 3      | 57 594      | 57 881 | 58 168 | 58 455 | 58 741  | 59 028  | 59 315  | 3   | 60 872      | 61 158 | 61 445 | 61 732 | 62 019 | 62 306  | 62 593  |
| 4      | 59 315      | 59 602 | 59 889 | 60 176 | 60 463  | 60 750  | 61 037  | 4   | 62 593      | 62 880 | 63 167 | 63 454 | 63 740 | 64 027  | 64 314  |
| 5      | 1.80 61 037 | 61 323 | 61 610 | 61 897 | 62 184  | 62 471  | 62 758  | 5   | 1.81 64 314 | 64 601 | 64 888 | 65 175 | 65 462 | 65 749  | 66 036  |
| 6      | 62 758      | 63 045 | 63 332 | 63 619 | 63 905  | 64 192  | 64 479  | 6   | 66 036      | 66 323 | 66 609 | 66 896 | 67 183 | 67 470  | 67 757  |
| 7      | 64 479      | 64 766 | 65 053 | 65 340 | 65 627  | 65 914  | 66 201  | 7   | 67 757      | 68 044 | 68 331 | 68 618 | 68 905 | 69 192  | 69 478  |
| 8      | 66 201      | 66 487 | 66 774 | 67 061 | 67 348  | 67 635  | 67 922  | 8   | 69 478      | 69 765 | 70 052 | 70 339 | 70 626 | 70 913  | 71 200  |
| 9      | 67 922      | 68 209 | 68 496 | 68 783 | 69 069  | 69 356  | 69 643  | 9   | 71 200      | 71 487 | 71 774 | 72 061 | 72 347 | 72 634  | 72 921  |
| 10     | 1.80 69 643 | 69 930 | 70 217 | 70 504 | 70 791  | 71 078  | 71 365  | 10  | 1.81 72 921 | 73 208 | 73 495 | 73 782 | 74 069 | 74 356  | 74 643  |
| 11     | 71 365      | 71 651 | 71 938 | 72 225 | 72 512  | 72 799  | 73 086  | 11  | 74 643      | 74 930 | 75 217 | 75 503 | 75 790 | 76 077  | 76 364  |
| 12     | 73 086      | 73 373 | 73 660 | 73 946 | 74 233  | 74 520  | 74 807  | 12  | 76 364      | 76 651 | 76 938 | 77 225 | 77 512 | 77 799  | 78 086  |
| 13     | 74 807      | 75 094 | 75 381 | 75 668 | 75 955  | 76 242  | 76 528  | 13  | 78 086      | 78 372 | 78 659 | 78 946 | 79 233 | 79 520  | 79 807  |
| 14     | 76 528      | 76 815 | 77 102 | 77 389 | 77 676  | 77 963  | 78 250  | 14  | 79 807      | 80 094 | 80 381 | 80 668 | 80 955 | 81 242  | 81 528  |
| 15     | 1.80 78 250 | 78 537 | 78 823 | 79 110 | 79 397  | 79 684  | 79 971  | 15  | 1.81 81 528 | 81 815 | 82 102 | 82 389 | 82 676 | 82 963  | 83 250  |
| 16     | 79 971      | 80 258 | 80 545 | 80 832 | 81 119  | 81 405  | 81 692  | 16  | 83 250      | 83 537 | 83 824 | 84 111 | 84 398 | 84 684  | 84 971  |
| 17     | 81 692      | 81 979 | 82 266 | 82 553 | 82 840  | 83 127  | 83 414  | 17  | 84 971      | 85 258 | 85 545 | 85 832 | 86 119 | 86 406  | 86 693  |
| 18     | 83 414      | 83 700 | 83 987 | 84 274 | 84 561  | 84 848  | 85 135  | 18  | 86 693      | 86 980 | 87 267 | 87 554 | 87 841 | 88 127  | 88 414  |
| 19     | 85 135      | 85 422 | 85 709 | 85 995 | 86 282  | 86 569  | 86 856  | 19  | 88 414      | 88 701 | 88 988 | 89 275 | 89 562 | 89 849  | 90 136  |
| 20     | 1.80 86 856 | 87 143 | 87 430 | 87 717 | 88 004  | 88 291  | 88 577  | 20  | 1.81 90 136 | 90 423 | 90 710 | 90 997 | 91 284 | 91 570  | 91 857  |
| 21     | 88 577      | 88 864 | 89 151 | 89 438 | 89 725  | 90 012  | 90 299  | 21  | 91 857      | 92 144 | 92 431 | 92 718 | 93 005 | 93 292  | 93 579  |
| 22     | 90 299      | 90 586 | 90 872 | 91 159 | 91 446  | 91 733  | 92 020  | 22  | 93 579      | 93 866 | 94 153 | 94 440 | 94 727 | 95 014  | 95 300  |
| 23     | 92 020      | 92 307 | 92 594 | 92 881 | 93 167  | 93 454  | 93 741  | 23  | 95 300      | 95 587 | 95 874 | 96 161 | 96 448 | 96 735  | 97 022  |
| 24     | 93 741      | 94 028 | 94 315 | 94 602 | 94 889  | 95 176  | 95 462  | 24  | 97 022      | 97 309 | 97 596 | 97 883 | 98 170 | 98 457  | 98 744  |
| 25     | 1.80 95 462 | 95 749 | 96 036 | 96 323 | 96 610  | 96 897  | 97 184  | 25  | 1.81 98 744 | 99 030 | 99 317 | 99 604 | 99 891 | 100 178 | 100 465 |
| 26     | 97 184      | 97 471 | 97 758 | 98 044 | 98 331  | 98 618  | 98 905  | 26  | 1.82 00 465 | 00 752 | 01 039 | 01 326 | 01 613 | 01 900  | 02 187  |
| 27     | 98 905      | 99 192 | 99 479 | 99 766 | 100 053 | 100 339 | 100 626 | 27  | 02 187      | 02 474 | 02 761 | 03 048 | 03 334 | 03 621  | 03 908  |
| 28     | 1.81 00 626 | 00 913 | 01 200 | 01 487 | 01 774  | 02 061  | 02 348  | 28  | 03 908      | 04 195 | 04 482 | 04 769 | 05 056 | 05 343  | 05 630  |
| 29     | 02 348      | 02 634 | 02 921 | 03 208 | 03 495  | 03 782  | 04 069  | 29  | 05 630      | 05 917 | 06 204 | 06 491 | 06 778 | 07 065  | 07 352  |
| 30     | 1.81 04 069 | 04 356 | 04 643 | 04 929 | 05 216  | 05 503  | 05 790  | 30  | 1.82 07 352 | 07 638 | 07 925 | 08 212 | 08 499 | 08 786  | 09 073  |
| 31     | 05 790      | 06 077 | 06 364 | 06 651 | 06 938  | 07 224  | 07 511  | 31  | 09 073      | 09 360 | 09 647 | 09 934 | 10 221 | 10 508  | 10 795  |
| 32     | 07 511      | 07 798 | 08 085 | 08 372 | 08 659  | 08 946  | 09 233  | 32  | 10 795      | 11 082 | 11 369 | 11 656 | 11 943 | 12 230  | 12 516  |
| 33     | 09 233      | 09 519 | 09 806 | 10 093 | 10 380  | 10 667  | 10 954  | 33  | 12 516      | 12 803 | 13 090 | 13 377 | 13 664 | 13 951  | 14 238  |
| 34     | 10 954      | 11 241 | 11 528 | 11 814 | 12 101  | 12 388  | 12 675  | 34  | 14 238      | 14 525 | 14 812 | 15 099 | 15 386 | 15 673  | 15 960  |
| 35     | 1.81 12 675 | 12 962 | 13 249 | 13 536 | 13 823  | 14 110  | 14 396  | 35  | 1.82 15 960 | 16 247 | 16 534 | 16 821 | 17 108 | 17 395  | 17 681  |
| 36     | 14 396      | 14 683 | 14 970 | 15 257 | 15 544  | 15 831  | 16 118  | 36  | 17 681      | 17 968 | 18 255 | 18 542 | 18 829 | 19 116  | 19 403  |
| 37     | 16 118      | 16 405 | 16 691 | 16 978 | 17 265  | 17 552  | 17 839  | 37  | 19 403      | 19 690 | 19 977 | 20 264 | 20 551 | 20 838  | 21 125  |
| 38     | 17 839      | 18 126 | 18 413 | 18 700 | 18 986  | 19 273  | 19 560  | 38  | 21 125      | 21 412 | 21 699 | 21 986 | 22 273 | 22 560  | 22 847  |
| 39     | 19 560      | 19 847 | 20 134 | 20 421 | 20 708  | 20 995  | 21 281  | 39  | 22 847      | 23 134 | 23 421 | 23 708 | 23 994 | 24 281  | 24 568  |
| 40     | 1.81 21 281 | 21 568 | 21 855 | 22 142 | 22 429  | 22 716  | 23 003  | 40  | 1.82 24 568 | 24 855 | 25 142 | 25 429 | 25 716 | 26 003  | 26 290  |
| 41     | 23 003      | 23 290 | 23 576 | 23 863 | 24 150  | 24 437  | 24 724  | 41  | 26 290      | 26 577 | 26 864 | 27 151 | 27 438 | 27 725  | 28 012  |
| 42     | 24 724      | 25 011 | 25 298 | 25 585 | 25 872  | 26 158  | 26 445  | 42  | 28 012      | 28 299 | 28 586 | 28 873 | 29 160 | 29 447  | 29 734  |
| 43     | 26 445      | 26 732 | 27 019 | 27 306 | 27 593  | 27 880  | 28 167  | 43  | 29 734      | 30 021 | 30 308 | 30 595 | 30 882 | 31 169  | 31 456  |
| 44     | 28 167      | 28 453 | 28 740 | 29 027 | 29 314  | 29 601  | 29 888  | 44  | 31 456      | 31 743 | 32 029 | 32 316 | 32 603 | 32 890  | 33 177  |
| 45     | 1.81 29 888 | 30 175 | 30 462 | 30 748 | 31 035  | 31 322  | 31 609  | 45  | 1.82 33 177 | 33 464 | 33 751 | 34 038 | 34 325 | 34 612  | 34 899  |
| 46     | 31 609      | 31 896 | 32 183 | 32 470 | 32 757  | 33 044  | 33 330  | 46  | 34 899      | 35 186 | 35 473 | 35 760 | 36 047 | 36 334  | 36 621  |
| 47     | 33 330      | 33 617 | 33 904 | 34 191 | 34 478  | 34 765  | 35 052  | 47  | 36 621      | 36 908 | 37 195 | 37 482 | 37 769 | 38 056  | 38 343  |
| 48     | 35 052      | 35 339 | 35 625 | 35 912 | 36 199  | 36 486  | 36 773  | 48  | 38 343      | 38 630 | 38 917 | 39 204 | 39 491 | 39 778  | 40 065  |
| 49     | 36 773      | 37 060 | 37 347 | 37 634 | 37 921  | 38 207  | 38 494  | 49  | 40 065      | 40 352 | 40 639 | 40 926 | 41 213 | 41 500  | 41 787  |
| 50     | 1.81 38 494 | 38 781 | 39 068 | 39 355 | 39 642  | 39 929  | 40 216  | 50  | 1.82 41 787 | 42 074 | 42 361 | 42 648 | 42 935 | 43 222  | 43 509  |
| 51     | 40 216      | 40 502 | 40 789 | 41 076 | 41 363  | 41 650  | 41 937  | 51  | 43 509      | 43 796 | 44 083 | 44 370 | 44 657 | 44 944  | 45 231  |
| 52     | 41 937      | 42 224 | 42 511 | 42 798 | 43 084  | 43 371  | 43 658  | 52  | 45 231      | 45 518 | 45 805 | 46 092 | 46 379 | 46 666  | 46 953  |
| 53     | 43 658      | 43 945 | 44 232 | 44 519 | 44 806  | 45 093  | 45 379  | 53  | 46 953      | 47 240 | 47 527 | 47 814 | 48 101 | 48 388  | 48 675  |
| 54     | 45 379      | 45 666 | 45 953 | 46 240 | 46 527  | 46 814  | 47 101  | 54  | 48 675      | 48 962 | 49 249 | 49 536 | 49 823 | 50 109  | 50 396  |
| 55     | 1.81 47 101 | 47 388 | 47 675 | 47 961 | 48 248  | 48 535  | 48 822  | 55  | 1.82 50 396 | 50 683 | 50 970 | 51 257 | 51 545 | 51 832  | 52 119  |
| 56     | 48 822      | 49 109 | 49 396 | 49 683 | 49 970  | 50 257  | 50 543  | 56  | 52 119      | 52 406 | 52 693 | 52 980 | 53 267 | 53 554  | 53 841  |
| 57     | 50 543      | 50 830 | 51 117 | 51 404 | 51 691  | 51 978  | 52 265  | 57  | 53 841      | 54 128 | 54 415 | 54 702 | 54 989 | 55 276  | 55 563  |
| 58     | 52 265      | 52 552 | 52 839 | 53 125 | 53 412  | 53 699  | 53 986  | 58  | 55 563      | 55 850 | 56 137 | 56 424 | 56 711 | 56 998  | 57 285  |
| 59     | 53 986      | 54 273 | 54 560 | 54 847 | 55 134  | 55 421  | 55 707  | 59  | 57 285      | 57 572 | 57 859 | 58 146 | 58 433 | 58 720  | 59 007  |

Tafel IV.

log  $M$ .

| 70°         |        |        |        |        |         |         | 71° |             |        |        |        |        |         |         |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     |
| 1.82 59 007 | 59 294 | 59 581 | 59 868 | 60 155 | 60 442  | 60 729  | 0'  | 1.83 62 373 | 62 660 | 62 948 | 63 235 | 63 522 | 63 809  | 64 097  |
| 60 729      | 61 016 | 61 303 | 61 590 | 61 877 | 62 164  | 62 451  | 1   | 64 097      | 64 384 | 64 671 | 64 959 | 65 246 | 65 533  | 65 820  |
| 62 451      | 62 738 | 63 025 | 63 312 | 63 599 | 63 886  | 64 173  | 2   | 65 820      | 66 108 | 66 395 | 66 682 | 66 969 | 67 257  | 67 544  |
| 64 173      | 64 460 | 64 747 | 65 034 | 65 321 | 65 608  | 65 895  | 3   | 67 544      | 67 831 | 68 119 | 68 406 | 68 693 | 68 980  | 69 268  |
| 65 895      | 66 182 | 66 469 | 66 756 | 67 043 | 67 330  | 67 617  | 4   | 69 268      | 69 555 | 69 842 | 70 130 | 70 417 | 70 704  | 70 991  |
| 1.82 67 617 | 67 904 | 68 191 | 68 478 | 68 766 | 69 053  | 69 340  | 5   | 1.83 70 991 | 71 279 | 71 566 | 71 853 | 72 141 | 72 428  | 72 715  |
| 69 340      | 69 627 | 69 914 | 70 201 | 70 488 | 70 775  | 71 062  | 6   | 72 715      | 73 002 | 73 290 | 73 577 | 73 864 | 74 152  | 74 439  |
| 71 062      | 71 349 | 71 636 | 71 923 | 72 210 | 72 497  | 72 784  | 7   | 74 439      | 74 726 | 75 014 | 75 301 | 75 588 | 75 875  | 76 163  |
| 72 784      | 73 071 | 73 358 | 73 645 | 73 932 | 74 219  | 74 506  | 8   | 76 163      | 76 450 | 76 737 | 77 025 | 77 312 | 77 599  | 77 887  |
| 74 506      | 74 793 | 75 080 | 75 367 | 75 654 | 75 942  | 76 229  | 9   | 77 887      | 78 174 | 78 461 | 78 749 | 79 036 | 79 323  | 79 611  |
| 1.82 76 229 | 76 516 | 76 803 | 77 090 | 77 377 | 77 664  | 77 951  | 10  | 1.83 79 611 | 79 898 | 80 185 | 80 472 | 80 760 | 81 047  | 81 334  |
| 77 951      | 78 238 | 78 525 | 78 812 | 79 099 | 79 386  | 79 673  | 11  | 81 334      | 81 622 | 81 909 | 82 196 | 82 484 | 82 771  | 83 058  |
| 79 673      | 79 960 | 80 247 | 80 534 | 80 821 | 81 108  | 81 396  | 12  | 83 058      | 83 346 | 83 633 | 83 920 | 84 208 | 84 495  | 84 782  |
| 81 396      | 81 683 | 81 970 | 82 257 | 82 544 | 82 831  | 83 118  | 13  | 84 782      | 85 070 | 85 357 | 85 644 | 85 932 | 86 219  | 86 506  |
| 83 118      | 83 405 | 83 692 | 83 979 | 84 266 | 84 553  | 84 840  | 14  | 86 506      | 86 794 | 87 081 | 87 368 | 87 656 | 87 943  | 88 230  |
| 1.82 84 840 | 85 127 | 85 414 | 85 701 | 85 989 | 86 276  | 86 563  | 15  | 1.83 88 230 | 88 518 | 88 805 | 89 093 | 89 380 | 89 667  | 89 955  |
| 86 563      | 86 850 | 87 137 | 87 424 | 87 711 | 87 998  | 88 285  | 16  | 89 955      | 90 242 | 90 529 | 90 817 | 91 104 | 91 391  | 91 679  |
| 88 285      | 88 572 | 88 859 | 89 146 | 89 433 | 89 720  | 90 008  | 17  | 91 679      | 91 966 | 92 253 | 92 541 | 92 828 | 93 116  | 93 403  |
| 90 008      | 90 295 | 90 582 | 90 869 | 91 156 | 91 443  | 91 730  | 18  | 93 403      | 93 690 | 93 978 | 94 265 | 94 552 | 94 840  | 95 127  |
| 91 730      | 92 017 | 92 304 | 92 591 | 92 878 | 93 165  | 93 452  | 19  | 95 127      | 95 414 | 95 702 | 95 989 | 96 277 | 96 564  | 96 851  |
| 1.82 93 452 | 93 740 | 94 027 | 94 314 | 94 601 | 94 888  | 95 175  | 20  | 1.83 96 851 | 97 139 | 97 426 | 97 713 | 98 001 | 98 288  | 98 576  |
| 95 175      | 95 462 | 95 749 | 96 036 | 96 323 | 96 610  | 96 898  | 21  | 98 576      | 98 863 | 99 150 | 99 438 | 99 725 | 100 012 | 100 300 |
| 96 898      | 97 185 | 97 472 | 97 759 | 98 046 | 98 333  | 98 620  | 22  | 1.84 00 300 | 00 587 | 00 875 | 01 162 | 01 449 | 01 737  | 02 024  |
| 98 620      | 98 907 | 99 194 | 99 481 | 99 768 | 100 056 | 100 343 | 23  | 02 024      | 02 312 | 02 599 | 02 886 | 03 174 | 03 461  | 03 749  |
| 1.83 00 343 | 00 630 | 00 917 | 01 204 | 01 491 | 01 778  | 02 065  | 24  | 03 749      | 04 036 | 04 323 | 04 611 | 04 898 | 05 186  | 05 473  |
| 1.83 02 065 | 02 352 | 02 639 | 02 927 | 03 214 | 03 501  | 03 788  | 25  | 1.84 05 473 | 05 760 | 06 048 | 06 335 | 06 623 | 06 910  | 07 197  |
| 03 788      | 04 075 | 04 362 | 04 649 | 04 936 | 05 223  | 05 511  | 26  | 07 197      | 07 485 | 07 772 | 08 060 | 08 347 | 08 635  | 08 922  |
| 05 511      | 05 798 | 06 085 | 06 372 | 06 659 | 06 946  | 07 233  | 27  | 08 922      | 09 209 | 09 497 | 09 784 | 10 072 | 10 359  | 10 646  |
| 07 233      | 07 520 | 07 807 | 08 095 | 08 382 | 08 669  | 08 956  | 28  | 10 646      | 10 934 | 11 221 | 11 509 | 11 796 | 12 084  | 12 371  |
| 08 956      | 09 243 | 09 530 | 09 817 | 10 104 | 10 392  | 10 679  | 29  | 12 371      | 12 658 | 12 946 | 13 233 | 13 521 | 13 808  | 14 096  |
| 1.83 10 679 | 10 966 | 11 253 | 11 540 | 11 827 | 12 114  | 12 401  | 30  | 1.84 14 096 | 14 383 | 14 670 | 14 958 | 15 245 | 15 533  | 15 820  |
| 12 401      | 12 689 | 12 976 | 13 263 | 13 550 | 13 837  | 14 124  | 31  | 15 820      | 16 108 | 16 395 | 16 683 | 16 970 | 17 257  | 17 545  |
| 14 124      | 14 411 | 14 698 | 14 986 | 15 273 | 15 560  | 15 847  | 32  | 17 545      | 17 832 | 18 120 | 18 407 | 18 695 | 18 982  | 19 270  |
| 15 847      | 16 134 | 16 421 | 16 708 | 16 996 | 17 283  | 17 570  | 33  | 19 270      | 19 557 | 19 845 | 20 132 | 20 419 | 20 707  | 20 994  |
| 17 570      | 17 857 | 18 144 | 18 431 | 18 718 | 19 006  | 19 293  | 34  | 20 994      | 21 282 | 21 569 | 21 857 | 22 144 | 22 432  | 22 719  |
| 1.83 19 293 | 19 580 | 19 867 | 20 154 | 20 441 | 20 728  | 21 016  | 35  | 1.84 22 719 | 23 007 | 23 294 | 23 582 | 23 869 | 24 157  | 24 444  |
| 21 016      | 21 303 | 21 590 | 21 877 | 22 164 | 22 451  | 22 738  | 36  | 24 444      | 24 731 | 25 019 | 25 306 | 25 594 | 25 881  | 26 169  |
| 22 738      | 23 026 | 23 313 | 23 600 | 23 887 | 24 174  | 24 461  | 37  | 26 169      | 26 456 | 26 744 | 27 031 | 27 319 | 27 606  | 27 894  |
| 24 461      | 24 749 | 25 036 | 25 323 | 25 610 | 25 897  | 26 184  | 38  | 27 894      | 28 181 | 28 469 | 28 756 | 29 044 | 29 331  | 29 619  |
| 26 184      | 26 472 | 26 759 | 27 046 | 27 333 | 27 620  | 27 907  | 39  | 29 619      | 29 906 | 30 194 | 30 481 | 30 769 | 31 056  | 31 344  |
| 1.83 27 907 | 28 195 | 28 482 | 28 769 | 29 056 | 29 343  | 29 630  | 40  | 1.84 31 344 | 31 631 | 31 919 | 32 206 | 32 494 | 32 781  | 33 069  |
| 29 630      | 29 918 | 30 205 | 30 492 | 30 779 | 31 066  | 31 353  | 41  | 33 069      | 33 356 | 33 644 | 33 931 | 34 219 | 34 506  | 34 794  |
| 31 353      | 31 641 | 31 928 | 32 215 | 32 502 | 32 789  | 33 077  | 42  | 34 794      | 35 081 | 35 369 | 35 656 | 35 944 | 36 231  | 36 519  |
| 33 077      | 33 364 | 33 651 | 33 938 | 34 225 | 34 512  | 34 800  | 43  | 36 519      | 36 806 | 37 094 | 37 381 | 37 669 | 37 956  | 38 244  |
| 34 800      | 35 087 | 35 374 | 35 661 | 35 948 | 36 236  | 36 523  | 44  | 38 244      | 38 532 | 38 819 | 39 107 | 39 394 | 39 682  | 39 969  |
| 1.83 36 523 | 36 810 | 37 097 | 37 384 | 37 671 | 37 959  | 38 246  | 45  | 1.84 39 969 | 40 257 | 40 544 | 40 832 | 41 119 | 41 407  | 41 694  |
| 38 246      | 38 533 | 38 820 | 39 107 | 39 395 | 39 682  | 39 969  | 46  | 41 694      | 41 982 | 42 269 | 42 557 | 42 845 | 43 132  | 43 420  |
| 39 969      | 40 256 | 40 543 | 40 831 | 41 118 | 41 405  | 41 692  | 47  | 43 420      | 43 707 | 43 995 | 44 282 | 44 570 | 44 857  | 45 145  |
| 41 692      | 41 979 | 42 267 | 42 554 | 42 841 | 43 128  | 43 416  | 48  | 45 145      | 45 432 | 45 720 | 46 008 | 46 295 | 46 583  | 46 870  |
| 43 416      | 43 703 | 43 990 | 44 277 | 44 564 | 44 852  | 45 139  | 49  | 46 870      | 47 158 | 47 445 | 47 733 | 48 021 | 48 308  | 48 596  |
| 1.83 45 139 | 45 426 | 45 713 | 46 000 | 46 288 | 46 575  | 46 862  | 50  | 1.84 48 596 | 48 883 | 49 171 | 49 458 | 49 746 | 50 034  | 50 321  |
| 46 862      | 47 149 | 47 437 | 47 724 | 48 011 | 48 298  | 48 585  | 51  | 50 321      | 50 609 | 50 896 | 51 184 | 51 471 | 51 759  | 52 047  |
| 48 585      | 48 873 | 49 160 | 49 447 | 49 734 | 50 022  | 50 309  | 52  | 52 047      | 52 334 | 52 622 | 52 909 | 53 197 | 53 484  | 53 772  |
| 50 309      | 50 596 | 50 883 | 51 170 | 51 458 | 51 745  | 52 032  | 53  | 53 772      | 54 060 | 54 347 | 54 635 | 54 922 | 55 210  | 55 498  |
| 52 032      | 52 319 | 52 607 | 52 894 | 53 181 | 53 468  | 53 756  | 54  | 55 498      | 55 785 | 56 073 | 56 360 | 56 648 | 56 936  | 57 223  |
| 1.83 53 756 | 54 043 | 54 330 | 54 617 | 54 905 | 55 192  | 55 479  | 55  | 1.84 57 223 | 57 511 | 57 798 | 58 086 | 58 374 | 58 661  | 58 949  |
| 55 479      | 55 766 | 56 054 | 56 341 | 56 628 | 56 915  | 57 202  | 56  | 58 949      | 59 236 | 59 524 | 59 812 | 60 099 | 60 387  | 60 675  |
| 57 202      | 57 490 | 57 777 | 58 064 | 58 351 | 58 639  | 58 926  | 57  | 60 675      | 60 962 | 61 250 | 61 537 | 61 825 | 62 113  | 62 400  |
| 58 926      | 59 213 | 59 501 | 59 788 | 60 075 | 60 362  | 60 650  | 58  | 62 400      | 62 688 | 62 976 | 63 263 | 63 551 | 63 838  | 64 126  |
| 60 650      | 60 937 | 61 224 | 61 511 | 61 799 | 62 086  | 62 373  | 59  | 64 126      | 64 414 | 64 701 | 64 989 | 65 277 | 65 564  | 65 852  |

|   | 287   | 288   |   |
|---|-------|-------|---|
| 1 | 28.7  | 28.8  | 1 |
| 2 | 57.4  | 57.6  | 2 |
| 3 | 86.1  | 86.4  | 3 |
| 4 | 114.8 | 115.2 | 4 |
| 5 | 143.5 | 144.0 | 5 |
| 6 | 172.2 | 172.8 | 6 |
| 7 | 200.9 | 201.6 | 7 |
| 8 | 229.6 | 230.4 | 8 |
| 9 | 258.3 | 259.2 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |         |         |     |             |        |        |        |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 72°    |             |        |        |        |        |         |         | 73° |             |        |        |        |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0'     | 1.84 65 852 | 66 139 | 66 427 | 66 715 | 67 002 | 67 290  | 67 578  | 0'  | 1.85 69 488 | 69 776 | 70 064 | 70 352 | 70 640  | 70 928  | 71 217  |
| 1      | 67 578      | 67 865 | 68 153 | 68 441 | 68 728 | 69 016  | 69 304  | 1   | 71 217      | 71 505 | 71 793 | 72 081 | 72 369  | 72 657  | 72 945  |
| 2      | 69 304      | 69 591 | 69 879 | 70 167 | 70 454 | 70 742  | 71 030  | 2   | 72 945      | 73 234 | 73 522 | 73 810 | 74 098  | 74 386  | 74 674  |
| 3      | 71 030      | 71 317 | 71 605 | 71 893 | 72 180 | 72 468  | 72 756  | 3   | 74 674      | 74 963 | 75 251 | 75 539 | 75 827  | 76 115  | 76 403  |
| 4      | 72 756      | 73 043 | 73 331 | 73 619 | 73 906 | 74 194  | 74 482  | 4   | 76 403      | 76 692 | 76 980 | 77 268 | 77 556  | 77 844  | 78 133  |
| 5      | 1.84 74 482 | 74 769 | 75 057 | 75 345 | 75 632 | 75 920  | 76 208  | 5   | 1.85 78 133 | 78 421 | 78 709 | 78 997 | 79 285  | 79 573  | 79 862  |
| 6      | 76 208      | 76 495 | 76 783 | 77 071 | 77 358 | 77 646  | 77 934  | 6   | 79 862      | 80 150 | 80 438 | 80 726 | 81 014  | 81 303  | 81 591  |
| 7      | 77 934      | 78 221 | 78 509 | 78 797 | 79 084 | 79 372  | 79 660  | 7   | 81 591      | 81 879 | 82 167 | 82 455 | 82 744  | 83 032  | 83 320  |
| 8      | 79 660      | 79 948 | 80 235 | 80 523 | 80 811 | 81 098  | 81 386  | 8   | 83 320      | 83 608 | 83 897 | 84 185 | 84 473  | 84 761  | 85 049  |
| 9      | 81 386      | 81 674 | 81 962 | 82 249 | 82 537 | 82 825  | 83 112  | 9   | 85 049      | 85 338 | 85 626 | 85 914 | 86 202  | 86 491  | 86 779  |
| 10     | 1.84 83 112 | 83 400 | 83 688 | 83 975 | 84 263 | 84 551  | 84 839  | 10  | 1.85 86 779 | 87 067 | 87 355 | 87 643 | 87 932  | 88 220  | 88 508  |
| 11     | 84 839      | 85 126 | 85 414 | 85 702 | 85 990 | 86 277  | 86 565  | 11  | 88 508      | 88 796 | 89 085 | 89 373 | 89 661  | 89 949  | 90 238  |
| 12     | 86 565      | 86 853 | 87 140 | 87 428 | 87 716 | 88 004  | 88 291  | 12  | 90 238      | 90 526 | 90 814 | 91 102 | 91 391  | 91 679  | 91 967  |
| 13     | 88 291      | 88 579 | 88 867 | 89 155 | 89 442 | 89 730  | 90 018  | 13  | 91 967      | 92 255 | 92 544 | 92 832 | 93 120  | 93 409  | 93 697  |
| 14     | 90 018      | 90 306 | 90 593 | 90 881 | 91 169 | 91 457  | 91 744  | 14  | 93 697      | 93 985 | 94 273 | 94 562 | 94 850  | 95 138  | 95 426  |
| 15     | 1.84 91 744 | 92 032 | 92 320 | 92 608 | 92 895 | 93 183  | 93 471  | 15  | 1.85 95 426 | 95 715 | 96 003 | 96 291 | 96 580  | 96 868  | 97 156  |
| 16     | 93 471      | 93 759 | 94 046 | 94 334 | 94 622 | 94 910  | 95 197  | 16  | 97 156      | 97 444 | 97 733 | 98 021 | 98 309  | 98 598  | 98 886  |
| 17     | 95 197      | 95 485 | 95 773 | 96 061 | 96 349 | 96 636  | 96 924  | 17  | 98 886      | 99 174 | 99 463 | 99 751 | 100 039 | 100 327 | 100 616 |
| 18     | 96 924      | 97 212 | 97 500 | 97 787 | 98 075 | 98 363  | 98 651  | 18  | 1.86 00 616 | 00 904 | 01 192 | 01 481 | 01 769  | 02 057  | 02 346  |
| 19     | 98 651      | 98 939 | 99 226 | 99 514 | 99 802 | 100 090 | 100 377 | 19  | 02 346      | 02 634 | 02 922 | 03 211 | 03 499  | 03 787  | 04 076  |
| 20     | 1.85 00 377 | 00 665 | 00 953 | 01 241 | 01 529 | 01 816  | 02 104  | 20  | 1.86 04 076 | 04 364 | 04 652 | 04 941 | 05 229  | 05 517  | 05 806  |
| 21     | 02 104      | 02 392 | 02 680 | 02 968 | 03 255 | 03 543  | 03 831  | 21  | 05 806      | 06 094 | 06 382 | 06 671 | 06 959  | 07 247  | 07 536  |
| 22     | 03 831      | 04 119 | 04 407 | 04 694 | 04 982 | 05 270  | 05 558  | 22  | 07 536      | 07 824 | 08 112 | 08 401 | 08 689  | 08 977  | 09 266  |
| 23     | 05 558      | 05 846 | 06 134 | 06 421 | 06 709 | 06 997  | 07 285  | 23  | 09 266      | 09 554 | 09 843 | 10 131 | 10 419  | 10 708  | 10 996  |
| 24     | 07 285      | 07 573 | 07 860 | 08 148 | 08 436 | 08 724  | 09 012  | 24  | 10 996      | 11 284 | 11 573 | 11 861 | 12 150  | 12 438  | 12 726  |
| 25     | 1.85 09 012 | 09 300 | 09 587 | 09 875 | 10 163 | 10 451  | 10 739  | 25  | 1.86 12 726 | 13 015 | 13 303 | 13 591 | 13 880  | 14 168  | 14 457  |
| 26     | 10 739      | 11 027 | 11 314 | 11 602 | 11 890 | 12 178  | 12 466  | 26  | 14 457      | 14 745 | 15 033 | 15 322 | 15 610  | 15 899  | 16 187  |
| 27     | 12 466      | 12 754 | 13 042 | 13 329 | 13 617 | 13 905  | 14 193  | 27  | 16 187      | 16 475 | 16 763 | 17 052 | 17 341  | 17 629  | 17 917  |
| 28     | 14 193      | 14 481 | 14 769 | 15 057 | 15 344 | 15 632  | 15 920  | 28  | 17 917      | 18 206 | 18 494 | 18 783 | 19 071  | 19 360  | 19 648  |
| 29     | 15 920      | 16 208 | 16 496 | 16 784 | 17 072 | 17 359  | 17 647  | 29  | 19 648      | 19 936 | 20 225 | 20 513 | 20 802  | 21 090  | 21 379  |
| 30     | 1.85 17 647 | 17 935 | 18 223 | 18 511 | 18 799 | 19 087  | 19 375  | 30  | 1.86 21 379 | 21 667 | 21 955 | 22 244 | 22 532  | 22 821  | 23 109  |
| 31     | 19 375      | 19 662 | 19 950 | 20 238 | 20 526 | 20 814  | 21 102  | 31  | 23 109      | 23 398 | 23 686 | 23 974 | 24 263  | 24 551  | 24 840  |
| 32     | 21 102      | 21 390 | 21 678 | 21 966 | 22 253 | 22 541  | 22 829  | 32  | 24 840      | 25 128 | 25 417 | 25 705 | 25 994  | 26 282  | 26 571  |
| 33     | 22 829      | 23 117 | 23 405 | 23 693 | 23 981 | 24 269  | 24 557  | 33  | 26 571      | 26 859 | 27 148 | 27 436 | 27 724  | 28 013  | 28 301  |
| 34     | 24 557      | 24 845 | 25 132 | 25 420 | 25 708 | 25 996  | 26 284  | 34  | 28 301      | 28 590 | 28 878 | 29 167 | 29 455  | 29 744  | 30 032  |
| 35     | 1.85 26 284 | 26 572 | 26 860 | 27 148 | 27 436 | 27 724  | 28 012  | 35  | 1.86 30 032 | 30 321 | 30 609 | 30 898 | 31 186  | 31 475  | 31 763  |
| 36     | 28 012      | 28 300 | 28 587 | 28 875 | 29 163 | 29 451  | 29 739  | 36  | 31 763      | 32 052 | 32 340 | 32 629 | 32 917  | 33 206  | 33 494  |
| 37     | 29 739      | 30 027 | 30 315 | 30 603 | 30 891 | 31 179  | 31 467  | 37  | 33 494      | 33 783 | 34 071 | 34 360 | 34 648  | 34 937  | 35 225  |
| 38     | 31 467      | 31 755 | 32 043 | 32 331 | 32 619 | 32 907  | 33 194  | 38  | 35 225      | 35 514 | 35 802 | 36 091 | 36 379  | 36 668  | 36 956  |
| 39     | 33 194      | 33 482 | 33 770 | 34 058 | 34 346 | 34 634  | 34 922  | 39  | 36 956      | 37 245 | 37 533 | 37 822 | 38 111  | 38 399  | 38 688  |
| 40     | 1.85 34 922 | 35 210 | 35 498 | 35 786 | 36 074 | 36 362  | 36 650  | 40  | 1.86 38 688 | 38 976 | 39 265 | 39 553 | 39 842  | 40 130  | 40 419  |
| 41     | 36 650      | 36 938 | 37 226 | 37 514 | 37 802 | 38 090  | 38 378  | 41  | 40 419      | 40 707 | 40 996 | 41 285 | 41 573  | 41 862  | 42 150  |
| 42     | 38 378      | 38 666 | 38 954 | 39 242 | 39 530 | 39 818  | 40 106  | 42  | 42 150      | 42 439 | 42 727 | 43 016 | 43 304  | 43 593  | 43 882  |
| 43     | 40 106      | 40 394 | 40 682 | 40 970 | 41 258 | 41 546  | 41 834  | 43  | 43 882      | 44 170 | 44 459 | 44 747 | 45 036  | 45 324  | 45 613  |
| 44     | 41 834      | 42 122 | 42 410 | 42 698 | 42 986 | 43 274  | 43 562  | 44  | 45 613      | 45 902 | 46 190 | 46 479 | 46 767  | 47 056  | 47 345  |
| 45     | 1.85 43 562 | 43 850 | 44 138 | 44 426 | 44 714 | 45 002  | 45 290  | 45  | 1.86 47 345 | 47 633 | 47 922 | 48 210 | 48 499  | 48 788  | 49 076  |
| 46     | 45 290      | 45 578 | 45 866 | 46 154 | 46 442 | 46 730  | 47 018  | 46  | 49 076      | 49 365 | 49 653 | 49 942 | 50 231  | 50 519  | 50 808  |
| 47     | 47 018      | 47 306 | 47 594 | 47 882 | 48 170 | 48 458  | 48 746  | 47  | 50 808      | 51 096 | 51 385 | 51 674 | 51 962  | 52 251  | 52 540  |
| 48     | 48 746      | 49 034 | 49 322 | 49 610 | 49 898 | 50 186  | 50 474  | 48  | 52 540      | 52 828 | 53 117 | 53 405 | 53 694  | 53 983  | 54 271  |
| 49     | 50 474      | 50 762 | 51 050 | 51 338 | 51 626 | 51 914  | 52 202  | 49  | 54 271      | 54 560 | 54 849 | 55 137 | 55 426  | 55 715  | 56 003  |
| 50     | 1.85 52 202 | 52 490 | 52 778 | 53 066 | 53 354 | 53 642  | 53 931  | 50  | 1.86 56 003 | 56 292 | 56 580 | 56 869 | 57 158  | 57 446  | 57 735  |
| 51     | 53 931      | 54 219 | 54 507 | 54 795 | 55 083 | 55 371  | 55 659  | 51  | 57 735      | 58 024 | 58 312 | 58 601 | 58 890  | 59 178  | 59 467  |
| 52     | 55 659      | 55 947 | 56 235 | 56 523 | 56 811 | 57 099  | 57 387  | 52  | 59 467      | 59 756 | 60 044 | 60 333 | 60 622  | 60 910  | 61 199  |
| 53     | 57 387      | 57 675 | 57 963 | 58 252 | 58 540 | 58 828  | 59 116  | 53  | 61 199      | 61 488 | 61 776 | 62 065 | 62 354  | 62 643  | 62 931  |
| 54     | 59 116      | 59 404 | 59 692 | 59 980 | 60 268 | 60 556  | 60 844  | 54  | 62 931      | 63 220 | 63 509 | 63 797 | 64 086  | 64 375  | 64 663  |
| 55     | 1.85 60 844 | 61 132 | 61 420 | 61 709 | 61 997 | 62 285  | 62 573  | 55  | 1.86 64 663 | 64 952 | 65 241 | 65 530 | 65 818  | 66 107  | 66 396  |
| 56     | 62 573      | 62 861 | 63 149 | 63 437 | 63 725 | 64 013  | 64 301  | 56  | 66 396      | 66 684 | 66 973 | 67 262 | 67 551  | 67 839  | 68 128  |
| 57     | 64 301      | 64 590 | 64 878 | 65 166 | 65 454 | 65 742  | 66 030  | 57  | 68 128      | 68 417 | 68 705 | 68 994 | 69 283  | 69 572  | 69 860  |
| 58     | 66 030      | 66 318 | 66 606 | 66 895 | 67 183 | 67 471  | 67 759  | 58  | 69 860      | 70 149 | 70 438 | 70 727 | 71 015  | 71 304  | 71 593  |
| 59     | 67 759      | 68 047 | 68 335 | 68 623 | 68 911 | 69 200  | 69 488  | 59  | 71 593      | 71 882 | 72 170 | 72 459 | 72 748  | 73 037  | 73 325  |

|   | 287   | 288   | 289   |   |
|---|-------|-------|-------|---|
| 1 | 28.7  | 28.8  | 28.9  | 1 |
| 2 | 57.4  | 57.6  | 57.8  | 2 |
| 3 | 86.1  | 86.4  | 86.7  | 3 |
| 4 | 114.8 | 115.2 | 115.6 | 4 |
| 5 | 143.5 | 144.0 | 144.5 | 5 |
| 6 | 172.2 | 172.8 | 173.4 | 6 |
| 7 | 200.9 | 201.6 | 202.3 | 7 |
| 8 | 229.6 | 230.4 | 231.2 | 8 |
| 9 | 258.3 | 259.2 | 260.1 | 9 |



## Tafel IV.

log M.

| 74°         |        |        |         |         |         |         | 75° |             |         |         |         |         |         |         |
|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 1.86 73 325 | 73 614 | 73 903 | 74 192  | 74 480  | 74 769  | 75 058  | 0'  | 1.87 77 409 | 77 699  | 77 988  | 78 278  | 78 567  | 78 857  | 79 146  |
| 75 058      | 75 347 | 75 635 | 75 924  | 76 213  | 76 502  | 76 791  | 1   | 79 146      | 79 436  | 79 725  | 80 015  | 80 304  | 80 594  | 80 883  |
| 76 791      | 77 079 | 77 368 | 77 657  | 77 946  | 78 234  | 78 523  | 2   | 80 883      | 81 173  | 81 462  | 81 752  | 82 041  | 82 331  | 82 621  |
| 78 523      | 78 812 | 79 101 | 79 390  | 79 678  | 79 967  | 80 256  | 3   | 82 621      | 82 910  | 83 200  | 83 489  | 83 779  | 84 068  | 84 358  |
| 80 256      | 80 545 | 80 834 | 81 123  | 81 411  | 81 700  | 81 989  | 4   | 84 358      | 84 647  | 84 937  | 85 227  | 85 516  | 85 806  | 86 095  |
| 1.86 81 989 | 82 278 | 82 567 | 82 855  | 83 144  | 83 433  | 83 722  | 5   | 1.87 86 095 | 86 385  | 86 674  | 86 964  | 87 254  | 87 543  | 87 833  |
| 83 722      | 84 011 | 84 300 | 84 588  | 84 877  | 85 166  | 85 455  | 6   | 87 833      | 88 122  | 88 412  | 88 701  | 88 991  | 89 281  | 89 570  |
| 85 455      | 85 744 | 86 033 | 86 321  | 86 610  | 86 899  | 87 188  | 7   | 89 570      | 89 860  | 90 149  | 90 439  | 90 729  | 91 018  | 91 308  |
| 87 188      | 87 477 | 87 766 | 88 055  | 88 343  | 88 632  | 88 921  | 8   | 91 308      | 91 597  | 91 887  | 92 177  | 92 466  | 92 756  | 93 046  |
| 88 921      | 89 210 | 89 499 | 89 788  | 90 077  | 90 365  | 90 654  | 9   | 93 046      | 93 335  | 93 625  | 93 914  | 94 204  | 94 494  | 94 783  |
| 1.86 90 654 | 90 943 | 91 232 | 91 521  | 91 810  | 92 099  | 92 388  | 10  | 1.87 94 783 | 95 073  | 95 363  | 95 652  | 95 942  | 96 232  | 96 521  |
| 92 388      | 92 676 | 92 965 | 93 254  | 93 543  | 93 832  | 94 121  | 11  | 96 521      | 96 811  | 97 101  | 97 390  | 97 680  | 97 970  | 98 259  |
| 94 121      | 94 410 | 94 699 | 94 988  | 95 277  | 95 565  | 95 854  | 12  | 98 259      | 98 549  | 98 839  | 99 128  | 99 418  | 99 708  | 99 997  |
| 95 854      | 96 143 | 96 432 | 96 721  | 97 010  | 97 299  | 97 588  | 13  | 99 997      | 100 287 | 100 577 | 100 866 | 101 156 | 101 446 | 101 735 |
| 97 588      | 97 877 | 98 166 | 98 455  | 98 744  | 99 033  | 99 321  | 14  | 1.88 01 735 | 02 025  | 02 315  | 02 605  | 02 894  | 03 184  | 03 474  |
| 1.86 99 321 | 99 610 | 99 899 | 100 188 | 100 477 | 100 766 | 101 055 | 15  | 1.88 03 474 | 03 763  | 04 053  | 04 343  | 04 633  | 04 922  | 05 212  |
| 1.87 01 055 | 01 344 | 01 633 | 01 922  | 02 211  | 02 500  | 02 789  | 16  | 05 212      | 05 502  | 05 791  | 06 081  | 06 371  | 06 661  | 06 950  |
| 02 789      | 03 078 | 03 367 | 03 656  | 03 945  | 04 234  | 04 523  | 17  | 06 950      | 07 240  | 07 530  | 07 820  | 08 109  | 08 399  | 08 689  |
| 04 523      | 04 812 | 05 101 | 05 389  | 05 678  | 05 967  | 06 256  | 18  | 08 689      | 08 979  | 09 268  | 09 558  | 09 848  | 10 138  | 10 427  |
| 06 256      | 06 545 | 06 834 | 07 123  | 07 412  | 07 701  | 07 990  | 19  | 10 427      | 10 717  | 11 007  | 11 297  | 11 586  | 11 876  | 12 166  |
| 1.87 07 990 | 08 279 | 08 568 | 08 857  | 09 146  | 09 435  | 09 724  | 20  | 1.88 12 166 | 12 456  | 12 746  | 13 035  | 13 325  | 13 615  | 13 905  |
| 09 724      | 10 013 | 10 302 | 10 591  | 10 880  | 11 169  | 11 458  | 21  | 13 905      | 14 195  | 14 484  | 14 774  | 15 064  | 15 354  | 15 644  |
| 11 458      | 11 747 | 12 036 | 12 325  | 12 615  | 12 904  | 13 193  | 22  | 15 644      | 15 933  | 16 223  | 16 513  | 16 803  | 17 093  | 17 382  |
| 13 193      | 13 482 | 13 771 | 14 060  | 14 349  | 14 638  | 14 927  | 23  | 17 382      | 17 672  | 17 962  | 18 252  | 18 542  | 18 832  | 19 121  |
| 14 927      | 15 216 | 15 505 | 15 794  | 16 083  | 16 372  | 16 661  | 24  | 19 121      | 19 411  | 19 701  | 19 991  | 20 281  | 20 571  | 20 860  |
| 1.87 16 661 | 16 950 | 17 239 | 17 528  | 17 817  | 18 106  | 18 395  | 25  | 1.88 20 860 | 21 150  | 21 440  | 21 730  | 22 020  | 22 310  | 22 600  |
| 18 395      | 18 685 | 18 974 | 19 263  | 19 552  | 19 841  | 20 130  | 26  | 22 600      | 22 889  | 23 179  | 23 469  | 23 759  | 24 049  | 24 339  |
| 20 130      | 20 419 | 20 708 | 20 997  | 21 286  | 21 575  | 21 864  | 27  | 24 339      | 24 629  | 24 919  | 25 209  | 25 498  | 25 788  | 26 078  |
| 21 864      | 22 153 | 22 443 | 22 732  | 23 021  | 23 310  | 23 599  | 28  | 26 078      | 26 368  | 26 658  | 26 948  | 27 238  | 27 528  | 27 818  |
| 23 599      | 23 888 | 24 177 | 24 466  | 24 755  | 25 045  | 25 334  | 29  | 27 818      | 28 108  | 28 397  | 28 687  | 28 977  | 29 267  | 29 557  |
| 1.87 25 334 | 25 623 | 25 912 | 26 201  | 26 490  | 26 779  | 27 068  | 30  | 1.88 29 557 | 29 847  | 30 137  | 30 427  | 30 717  | 31 007  | 31 297  |
| 27 068      | 27 358 | 27 647 | 27 936  | 28 225  | 28 514  | 28 803  | 31  | 31 297      | 31 587  | 31 877  | 32 166  | 32 456  | 32 746  | 33 036  |
| 28 803      | 29 092 | 29 381 | 29 671  | 29 960  | 30 249  | 30 538  | 32  | 33 036      | 33 326  | 33 616  | 33 906  | 34 196  | 34 486  | 34 776  |
| 30 538      | 30 827 | 31 116 | 31 406  | 31 695  | 31 984  | 32 273  | 33  | 34 776      | 35 066  | 35 356  | 35 646  | 35 936  | 36 226  | 36 516  |
| 32 273      | 32 562 | 32 851 | 33 141  | 33 430  | 33 719  | 34 008  | 34  | 36 516      | 36 806  | 37 096  | 37 386  | 37 676  | 37 966  | 38 256  |
| 1.87 34 008 | 34 297 | 34 586 | 34 876  | 35 165  | 35 454  | 35 743  | 35  | 1.88 38 256 | 38 546  | 38 836  | 39 126  | 39 416  | 39 706  | 39 996  |
| 35 743      | 36 032 | 36 322 | 36 611  | 36 900  | 37 189  | 37 478  | 36  | 39 996      | 40 286  | 40 576  | 40 866  | 41 156  | 41 446  | 41 736  |
| 37 478      | 37 768 | 38 057 | 38 346  | 38 635  | 38 924  | 39 214  | 37  | 41 736      | 42 026  | 42 316  | 42 606  | 42 896  | 43 186  | 43 476  |
| 39 214      | 39 503 | 39 792 | 40 081  | 40 371  | 40 660  | 40 949  | 38  | 43 476      | 43 766  | 44 056  | 44 346  | 44 636  | 44 926  | 45 216  |
| 40 949      | 41 238 | 41 527 | 41 817  | 42 106  | 42 395  | 42 684  | 39  | 45 216      | 45 507  | 45 797  | 46 087  | 46 377  | 46 667  | 46 957  |
| 1.87 42 684 | 42 974 | 43 263 | 43 552  | 43 841  | 44 131  | 44 420  | 40  | 1.88 46 957 | 47 247  | 47 537  | 47 827  | 48 117  | 48 407  | 48 697  |
| 44 420      | 44 709 | 44 998 | 45 288  | 45 577  | 45 866  | 46 155  | 41  | 48 697      | 48 987  | 49 277  | 49 568  | 49 858  | 50 148  | 50 438  |
| 46 155      | 46 445 | 46 734 | 47 023  | 47 313  | 47 602  | 47 891  | 42  | 50 438      | 50 728  | 51 018  | 51 308  | 51 598  | 51 888  | 52 179  |
| 47 891      | 48 180 | 48 470 | 48 759  | 49 048  | 49 338  | 49 627  | 43  | 52 179      | 52 469  | 52 759  | 53 049  | 53 339  | 53 629  | 53 919  |
| 49 627      | 49 916 | 50 205 | 50 495  | 50 784  | 51 073  | 51 363  | 44  | 53 919      | 54 209  | 54 500  | 54 790  | 55 080  | 55 370  | 55 660  |
| 1.87 51 363 | 51 652 | 51 941 | 52 231  | 52 520  | 52 809  | 53 099  | 45  | 1.88 55 660 | 55 950  | 56 240  | 56 531  | 56 821  | 57 111  | 57 401  |
| 53 099      | 53 388 | 53 677 | 53 966  | 54 256  | 54 545  | 54 834  | 46  | 57 401      | 57 691  | 57 981  | 58 271  | 58 562  | 58 852  | 59 142  |
| 54 834      | 55 124 | 55 413 | 55 702  | 55 992  | 56 281  | 56 570  | 47  | 59 142      | 59 432  | 59 722  | 60 013  | 60 303  | 60 593  | 60 883  |
| 56 570      | 56 860 | 57 149 | 57 439  | 57 728  | 58 017  | 58 307  | 48  | 60 883      | 61 173  | 61 463  | 61 754  | 62 044  | 62 334  | 62 624  |
| 58 307      | 58 596 | 58 885 | 59 175  | 59 464  | 59 753  | 60 043  | 49  | 62 624      | 62 914  | 63 205  | 63 495  | 63 785  | 64 075  | 64 366  |
| 1.87 60 043 | 60 332 | 60 622 | 60 911  | 61 200  | 61 490  | 61 779  | 50  | 1.88 64 366 | 64 656  | 64 946  | 65 236  | 65 526  | 65 817  | 66 107  |
| 61 779      | 62 068 | 62 358 | 62 647  | 62 937  | 63 226  | 63 515  | 51  | 66 107      | 66 397  | 66 687  | 66 978  | 67 268  | 67 558  | 67 848  |
| 63 515      | 63 805 | 64 094 | 64 384  | 64 673  | 64 962  | 65 252  | 52  | 67 848      | 68 139  | 68 429  | 68 719  | 69 009  | 69 300  | 69 590  |
| 65 252      | 65 541 | 65 831 | 66 120  | 66 410  | 66 699  | 66 988  | 53  | 69 590      | 69 880  | 70 170  | 70 461  | 70 751  | 71 041  | 71 332  |
| 66 988      | 67 278 | 67 567 | 67 857  | 68 146  | 68 435  | 68 725  | 54  | 71 332      | 71 622  | 71 912  | 72 202  | 72 493  | 72 783  | 73 073  |
| 1.87 68 725 | 69 014 | 69 304 | 69 593  | 69 883  | 70 172  | 70 462  | 55  | 1.88 73 073 | 73 364  | 73 654  | 73 944  | 74 234  | 74 525  | 74 815  |
| 70 462      | 70 751 | 71 041 | 71 330  | 71 619  | 71 909  | 72 198  | 56  | 74 815      | 75 105  | 75 396  | 75 686  | 75 976  | 76 267  | 76 557  |
| 72 198      | 72 488 | 72 777 | 73 067  | 73 356  | 73 646  | 73 935  | 57  | 76 557      | 76 847  | 77 138  | 77 428  | 77 718  | 78 009  | 78 299  |
| 73 935      | 74 225 | 74 514 | 74 804  | 75 093  | 75 383  | 75 672  | 58  | 78 299      | 78 589  | 78 880  | 79 170  | 79 460  | 79 751  | 80 041  |
| 75 672      | 75 962 | 76 251 | 76 541  | 76 830  | 77 120  | 77 409  | 59  | 80 041      | 80 331  | 80 622  | 80 912  | 81 203  | 81 493  | 81 783  |

|   | 288   | 289   | 290   | 291   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 28.8  | 28.9  | 29.0  | 29.1  | 1 |
| 2 | 57.6  | 57.8  | 58.0  | 58.2  | 2 |
| 3 | 86.4  | 86.7  | 87.0  | 87.3  | 3 |
| 4 | 115.2 | 115.6 | 116.0 | 116.4 | 4 |
| 5 | 144.0 | 144.5 | 145.0 | 145.5 | 5 |
| 6 | 172.8 | 173.4 | 174.0 | 174.6 | 6 |
| 7 | 201.6 | 202.3 | 203.0 | 203.7 | 7 |
| 8 | 230.4 | 231.2 | 232.0 | 232.8 | 8 |
| 9 | 259.2 | 260.1 | 261.0 | 261.9 | 9 |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |         |         |         |         |     |             |        |        |        |        |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 76°    |             |        |        |         |         |         |         | 77° |             |        |        |        |        |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     |
| 0      | 1.88 81 783 | 82 074 | 82 364 | 82 654  | 82 945  | 83 235  | 83 526  | 0   | 1.89 86 492 | 86 784 | 87 075 | 87 366 | 87 658 | 87 949  | 88 240  |
| 1      | 83 526      | 83 816 | 84 106 | 84 397  | 84 687  | 84 978  | 85 268  | 1   | 88 240      | 88 532 | 88 823 | 89 115 | 89 406 | 89 697  | 89 989  |
| 2      | 85 268      | 85 558 | 85 849 | 86 139  | 86 430  | 86 720  | 87 010  | 2   | 89 989      | 90 280 | 90 572 | 90 863 | 91 154 | 91 446  | 91 737  |
| 3      | 87 010      | 87 301 | 87 591 | 87 882  | 88 172  | 88 463  | 88 753  | 3   | 91 737      | 92 029 | 92 320 | 92 611 | 92 903 | 93 194  | 93 486  |
| 4      | 88 753      | 89 043 | 89 334 | 89 624  | 89 915  | 90 205  | 90 496  | 4   | 93 486      | 93 777 | 94 069 | 94 360 | 94 652 | 94 943  | 95 234  |
| 5      | 1.88 90 496 | 90 786 | 91 077 | 91 367  | 91 657  | 91 948  | 92 238  | 5   | 1.89 95 234 | 95 526 | 95 817 | 96 109 | 96 400 | 96 692  | 96 983  |
| 6      | 92 238      | 92 529 | 92 819 | 93 110  | 93 400  | 93 691  | 93 981  | 6   | 96 983      | 97 275 | 97 566 | 97 858 | 98 149 | 98 441  | 98 732  |
| 7      | 93 981      | 94 272 | 94 562 | 94 853  | 95 143  | 95 434  | 95 724  | 7   | 98 732      | 99 024 | 99 315 | 99 607 | 99 898 | 100 190 | 100 481 |
| 8      | 95 724      | 96 015 | 96 305 | 96 596  | 96 886  | 97 177  | 97 467  | 8   | 1.90 00 481 | 00 773 | 01 064 | 01 356 | 01 647 | 01 939  | 02 230  |
| 9      | 97 467      | 97 758 | 98 048 | 98 339  | 98 629  | 98 920  | 99 210  | 9   | 02 230      | 02 522 | 02 813 | 03 105 | 03 396 | 03 688  | 03 979  |
| 10     | 1.88 99 210 | 99 501 | 99 791 | 100 082 | 100 372 | 100 663 | 100 954 | 10  | 1.90 03 979 | 04 271 | 04 562 | 04 854 | 05 146 | 05 437  | 05 729  |
| 11     | 1.89 00 954 | 01 244 | 01 535 | 01 825  | 02 116  | 02 406  | 02 697  | 11  | 05 729      | 06 020 | 06 312 | 06 603 | 06 895 | 07 186  | 07 478  |
| 12     | 02 697      | 02 987 | 03 278 | 03 569  | 03 859  | 04 150  | 04 440  | 12  | 07 478      | 07 770 | 08 061 | 08 353 | 08 644 | 08 936  | 09 228  |
| 13     | 04 440      | 04 731 | 05 021 | 05 312  | 05 603  | 05 893  | 06 184  | 13  | 09 228      | 09 519 | 09 811 | 10 102 | 10 394 | 10 686  | 10 977  |
| 14     | 06 184      | 06 474 | 06 765 | 07 056  | 07 346  | 07 637  | 07 927  | 14  | 10 977      | 11 269 | 11 560 | 11 852 | 12 144 | 12 435  | 12 727  |
| 15     | 1.89 07 927 | 08 218 | 08 509 | 08 799  | 09 090  | 09 380  | 09 671  | 15  | 1.90 12 727 | 13 019 | 13 310 | 13 602 | 13 893 | 14 185  | 14 477  |
| 16     | 09 671      | 09 962 | 10 252 | 10 543  | 10 834  | 11 124  | 11 415  | 16  | 14 477      | 14 768 | 15 060 | 15 352 | 15 643 | 15 935  | 16 227  |
| 17     | 11 415      | 11 706 | 11 996 | 12 287  | 12 577  | 12 868  | 13 159  | 17  | 16 227      | 16 518 | 16 810 | 17 102 | 17 393 | 17 685  | 17 977  |
| 18     | 13 159      | 13 449 | 13 740 | 14 031  | 14 321  | 14 612  | 14 903  | 18  | 17 977      | 18 268 | 18 560 | 18 852 | 19 144 | 19 435  | 19 727  |
| 19     | 14 903      | 15 193 | 15 484 | 15 775  | 16 065  | 16 356  | 16 647  | 19  | 19 727      | 20 019 | 20 310 | 20 602 | 20 894 | 21 186  | 21 477  |
| 20     | 1.89 16 647 | 16 938 | 17 228 | 17 519  | 17 810  | 18 100  | 18 391  | 20  | 1.90 21 477 | 21 769 | 22 061 | 22 352 | 22 644 | 22 936  | 23 228  |
| 21     | 18 391      | 18 682 | 18 972 | 19 263  | 19 554  | 19 845  | 20 135  | 21  | 23 228      | 23 519 | 23 811 | 24 103 | 24 395 | 24 686  | 24 978  |
| 22     | 20 135      | 20 426 | 20 717 | 21 008  | 21 298  | 21 589  | 21 880  | 22  | 24 978      | 25 270 | 25 562 | 25 853 | 26 145 | 26 437  | 26 729  |
| 23     | 21 880      | 22 170 | 22 461 | 22 752  | 23 043  | 23 333  | 23 624  | 23  | 26 729      | 27 020 | 27 312 | 27 604 | 27 896 | 28 188  | 28 479  |
| 24     | 23 624      | 23 915 | 24 206 | 24 496  | 24 787  | 25 078  | 25 369  | 24  | 28 479      | 28 771 | 29 063 | 29 355 | 29 647 | 29 938  | 30 230  |
| 25     | 1.89 25 369 | 25 660 | 25 950 | 26 241  | 26 532  | 26 823  | 27 113  | 25  | 1.90 30 230 | 30 522 | 30 814 | 31 106 | 31 398 | 31 689  | 31 981  |
| 26     | 27 113      | 27 404 | 27 695 | 27 986  | 28 277  | 28 567  | 28 858  | 26  | 31 981      | 32 273 | 32 565 | 32 857 | 33 149 | 33 440  | 33 732  |
| 27     | 28 858      | 29 149 | 29 440 | 29 731  | 30 021  | 30 312  | 30 603  | 27  | 33 732      | 34 024 | 34 316 | 34 608 | 34 900 | 35 192  | 35 483  |
| 28     | 30 603      | 30 894 | 31 185 | 31 476  | 31 766  | 32 057  | 32 348  | 28  | 35 483      | 35 775 | 36 067 | 36 359 | 36 651 | 36 943  | 37 235  |
| 29     | 32 348      | 32 639 | 32 930 | 33 221  | 33 511  | 33 802  | 34 093  | 29  | 37 235      | 37 527 | 37 818 | 38 110 | 38 402 | 38 694  | 38 986  |
| 30     | 1.89 34 093 | 34 384 | 34 675 | 34 966  | 35 257  | 35 547  | 35 838  | 30  | 1.90 38 986 | 39 278 | 39 570 | 39 862 | 40 154 | 40 446  | 40 738  |
| 31     | 35 838      | 36 129 | 36 420 | 36 711  | 37 002  | 37 293  | 37 584  | 31  | 40 738      | 41 029 | 41 321 | 41 613 | 41 905 | 42 197  | 42 489  |
| 32     | 37 584      | 37 874 | 38 165 | 38 456  | 38 747  | 39 038  | 39 329  | 32  | 42 489      | 42 781 | 43 073 | 43 365 | 43 657 | 43 949  | 44 241  |
| 33     | 39 329      | 39 620 | 39 911 | 40 202  | 40 493  | 40 783  | 41 074  | 33  | 44 241      | 44 533 | 44 825 | 45 117 | 45 409 | 45 701  | 45 993  |
| 34     | 41 074      | 41 365 | 41 656 | 41 947  | 42 238  | 42 529  | 42 820  | 34  | 45 993      | 46 285 | 46 577 | 46 869 | 47 161 | 47 453  | 47 745  |
| 35     | 1.89 42 820 | 43 111 | 43 402 | 43 693  | 43 984  | 44 275  | 44 566  | 35  | 1.90 47 745 | 48 037 | 48 329 | 48 621 | 48 913 | 49 205  | 49 497  |
| 36     | 44 566      | 44 857 | 45 148 | 45 438  | 45 729  | 46 020  | 46 311  | 36  | 49 497      | 49 789 | 50 081 | 50 373 | 50 665 | 50 957  | 51 249  |
| 37     | 46 311      | 46 602 | 46 893 | 47 184  | 47 475  | 47 766  | 48 057  | 37  | 51 249      | 51 541 | 51 833 | 52 125 | 52 417 | 52 709  | 53 001  |
| 38     | 48 057      | 48 348 | 48 639 | 48 930  | 49 221  | 49 512  | 49 803  | 38  | 53 001      | 53 293 | 53 585 | 53 877 | 54 169 | 54 461  | 54 754  |
| 39     | 49 803      | 50 094 | 50 385 | 50 676  | 50 967  | 51 258  | 51 549  | 39  | 54 754      | 55 046 | 55 338 | 55 630 | 55 922 | 56 214  | 56 506  |
| 40     | 1.89 51 549 | 51 840 | 52 131 | 52 422  | 52 713  | 53 004  | 53 295  | 40  | 1.90 56 506 | 56 798 | 57 090 | 57 382 | 57 674 | 57 967  | 58 259  |
| 41     | 53 295      | 53 587 | 53 878 | 54 169  | 54 460  | 54 751  | 55 042  | 41  | 58 259      | 58 551 | 58 843 | 59 135 | 59 427 | 59 719  | 60 011  |
| 42     | 55 042      | 55 333 | 55 624 | 55 915  | 56 206  | 56 497  | 56 788  | 42  | 60 011      | 60 303 | 60 596 | 60 888 | 61 180 | 61 472  | 61 764  |
| 43     | 56 788      | 57 079 | 57 370 | 57 661  | 57 952  | 58 243  | 58 535  | 43  | 61 764      | 62 056 | 62 349 | 62 641 | 62 933 | 63 225  | 63 517  |
| 44     | 58 535      | 58 826 | 59 117 | 59 408  | 59 699  | 59 990  | 60 281  | 44  | 63 517      | 63 809 | 64 102 | 64 394 | 64 686 | 64 978  | 65 270  |
| 45     | 1.89 60 281 | 60 572 | 60 863 | 61 154  | 61 446  | 61 737  | 62 028  | 45  | 1.90 65 270 | 65 562 | 65 855 | 66 147 | 66 439 | 66 731  | 67 023  |
| 46     | 62 028      | 62 319 | 62 610 | 62 901  | 63 192  | 63 483  | 63 775  | 46  | 67 023      | 67 316 | 67 608 | 67 900 | 68 192 | 68 485  | 68 777  |
| 47     | 63 775      | 64 066 | 64 357 | 64 648  | 64 939  | 65 230  | 65 522  | 47  | 68 777      | 69 069 | 69 361 | 69 653 | 69 945 | 70 238  | 70 530  |
| 48     | 65 522      | 65 813 | 66 104 | 66 395  | 66 686  | 66 977  | 67 268  | 48  | 70 530      | 70 822 | 71 115 | 71 407 | 71 699 | 71 991  | 72 284  |
| 49     | 67 268      | 67 560 | 67 851 | 68 142  | 68 433  | 68 724  | 69 016  | 49  | 72 284      | 72 576 | 72 868 | 73 160 | 73 453 | 73 745  | 74 037  |
| 50     | 1.89 69 016 | 69 307 | 69 598 | 69 889  | 70 180  | 70 472  | 70 763  | 50  | 1.90 74 037 | 74 330 | 74 622 | 74 914 | 75 206 | 75 499  | 75 791  |
| 51     | 70 763      | 71 054 | 71 345 | 71 636  | 71 928  | 72 219  | 72 510  | 51  | 75 791      | 76 083 | 76 376 | 76 668 | 76 960 | 77 253  | 77 545  |
| 52     | 72 510      | 72 801 | 73 093 | 73 384  | 73 675  | 73 966  | 74 257  | 52  | 77 545      | 77 837 | 78 130 | 78 422 | 78 714 | 79 007  | 79 299  |
| 53     | 74 257      | 74 549 | 74 840 | 75 131  | 75 422  | 75 714  | 76 005  | 53  | 79 299      | 79 591 | 79 884 | 80 176 | 80 468 | 80 761  | 81 053  |
| 54     | 76 005      | 76 296 | 76 588 | 76 879  | 77 170  | 77 461  | 77 753  | 54  | 81 053      | 81 345 | 81 638 | 81 930 | 82 223 | 82 515  | 82 807  |
| 55     | 1.89 77 753 | 78 044 | 78 335 | 78 626  | 78 918  | 79 209  | 79 500  | 55  | 1.90 82 807 | 83 100 | 83 392 | 83 684 | 83 977 | 84 269  | 84 562  |
| 56     | 79 500      | 79 792 | 80 083 | 80 374  | 80 666  | 80 957  | 81 248  | 56  | 84 562      | 84 854 | 85 146 | 85 439 | 85 731 | 86 024  | 86 316  |
| 57     | 81 248      | 81 539 | 81 831 | 82 122  | 82 413  | 82 705  | 82 996  | 57  | 86 316      | 86 608 | 86 901 | 87 193 | 87 486 | 87 778  | 88 071  |
| 58     | 82 996      | 83 287 | 83 579 | 83 870  | 84 161  | 84 453  | 84 744  | 58  | 88 071      | 88 363 | 88 656 | 88 948 | 89 240 | 89 533  | 89 825  |
| 59     | 84 744      | 85 035 | 85 327 | 85 618  | 85 909  | 86 201  | 86 492  | 59  | 89 825      | 90 118 | 90 410 | 90 703 | 90 995 | 91 288  | 91 580  |

|   | 290   | 291   | 292   | 293   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 29.0  | 29.1  | 29.2  | 29.3  | 1 |
| 2 | 58.0  | 58.2  | 58.4  | 58.6  | 2 |
| 3 | 87.0  | 87.3  | 87.6  | 87.9  | 3 |
| 4 | 116.0 | 116.4 | 116.8 | 117.2 | 4 |
| 5 | 145.0 | 145.5 | 146.0 | 146.5 | 5 |
| 6 | 174.0 | 174.6 | 175.2 | 175.8 | 6 |
| 7 | 203.0 | 203.7 | 204.4 | 205.1 | 7 |
| 8 | 232.0 | 232.8 | 233.6 | 234.4 | 8 |
| 9 | 261.0 | 261.9 | 262.8 | 263.7 | 9 |

Tafel IV.

log M.

| 78°         |        |        |        |        |        |        | 79° |             |        |        |        |        |        |        |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 1.90 91 580 | 91 873 | 92 165 | 92 458 | 92 750 | 93 043 | 93 335 | 0   | 1.91 97 092 | 97 385 | 97 679 | 97 973 | 98 267 | 98 560 | 98 854 |
| 93 335      | 93 628 | 93 920 | 94 213 | 94 505 | 94 798 | 95 090 | 1   | 98 854      | 99 148 | 99 442 | 99 735 | 00 029 | 00 323 | 00 617 |
| 95 090      | 95 383 | 95 675 | 95 968 | 96 260 | 96 553 | 96 845 | 2   | 1.92 00 617 | 00 910 | 01 204 | 01 498 | 01 792 | 02 085 | 02 379 |
| 96 845      | 97 138 | 97 430 | 97 723 | 98 016 | 98 308 | 98 601 | 3   | 02 379      | 02 673 | 02 967 | 03 261 | 03 554 | 03 848 | 04 142 |
| 98 601      | 98 893 | 99 186 | 99 478 | 99 771 | 00 063 | 00 356 | 4   | 04 142      | 04 436 | 04 730 | 05 023 | 05 317 | 05 611 | 05 905 |
| 1.91 00 356 | 00 649 | 00 941 | 01 234 | 01 526 | 01 819 | 02 112 | 5   | 1.92 05 905 | 06 199 | 06 493 | 06 786 | 07 080 | 07 374 | 07 668 |
| 02 112      | 02 404 | 02 697 | 02 989 | 03 282 | 03 575 | 03 867 | 6   | 07 668      | 07 962 | 08 256 | 08 549 | 08 843 | 09 137 | 09 431 |
| 03 867      | 04 160 | 04 452 | 04 745 | 05 038 | 05 330 | 05 623 | 7   | 09 431      | 09 725 | 10 019 | 10 313 | 10 607 | 10 900 | 11 194 |
| 05 623      | 05 916 | 06 208 | 06 501 | 06 794 | 07 086 | 07 379 | 8   | 11 194      | 11 488 | 11 782 | 12 076 | 12 370 | 12 664 | 12 958 |
| 07 379      | 07 672 | 07 964 | 08 257 | 08 550 | 08 842 | 09 135 | 9   | 12 958      | 13 252 | 13 546 | 13 840 | 14 133 | 14 427 | 14 721 |
| 1.91 09 135 | 09 428 | 09 720 | 10 013 | 10 306 | 10 598 | 10 891 | 10  | 1.92 14 721 | 15 015 | 15 309 | 15 603 | 15 897 | 16 191 | 16 485 |
| 10 891      | 11 184 | 11 476 | 11 769 | 12 062 | 12 354 | 12 647 | 11  | 16 485      | 16 779 | 17 073 | 17 367 | 17 661 | 17 955 | 18 249 |
| 12 647      | 12 940 | 13 233 | 13 525 | 13 818 | 14 111 | 14 404 | 12  | 18 249      | 18 543 | 18 837 | 19 131 | 19 425 | 19 719 | 20 013 |
| 14 404      | 14 696 | 14 989 | 15 282 | 15 575 | 15 867 | 16 160 | 13  | 20 013      | 20 307 | 20 601 | 20 895 | 21 189 | 21 483 | 21 777 |
| *16 160     | 16 453 | 16 746 | 17 038 | 17 331 | 17 624 | 17 917 | 14  | 21 777      | 22 071 | 22 365 | 22 659 | 22 953 | 23 247 | 23 541 |
| 1.91 17 917 | 18 209 | 18 502 | 18 795 | 19 088 | 19 381 | 19 673 | 15  | 1.92 23 541 | 23 835 | 24 129 | 24 423 | 24 717 | 25 011 | 25 305 |
| 19 673      | 19 966 | 20 259 | 20 552 | 20 845 | 21 137 | 21 430 | 16  | 25 305      | 25 599 | 25 894 | 26 188 | 26 482 | 26 776 | 27 070 |
| 21 430      | 21 723 | 22 016 | 22 309 | 22 602 | 22 894 | 23 187 | 17  | 27 070      | 27 364 | 27 658 | 27 952 | 28 246 | 28 540 | 28 834 |
| 23 187      | 23 480 | 23 773 | 24 066 | 24 359 | 24 651 | 24 944 | 18  | 28 834      | 29 129 | 29 423 | 29 717 | 30 011 | 30 305 | 30 599 |
| 24 944      | 25 237 | 25 530 | 25 823 | 26 116 | 26 409 | 26 701 | 19  | 30 599      | 30 893 | 31 188 | 31 482 | 31 776 | 32 070 | 32 364 |
| 1.91 26 701 | 26 994 | 27 287 | 27 580 | 27 873 | 28 166 | 28 459 | 20  | 1.92 32 364 | 32 658 | 32 952 | 33 247 | 33 541 | 33 835 | 34 129 |
| 28 459      | 28 752 | 29 045 | 29 338 | 29 630 | 29 923 | 30 216 | 21  | 34 129      | 34 423 | 34 717 | 35 012 | 35 306 | 35 600 | 35 894 |
| 30 216      | 30 509 | 30 802 | 31 095 | 31 388 | 31 681 | 31 974 | 22  | 35 894      | 36 188 | 36 483 | 36 777 | 37 071 | 37 365 | 37 660 |
| 31 974      | 32 267 | 32 560 | 32 853 | 33 146 | 33 439 | 33 732 | 23  | 37 660      | 37 954 | 38 248 | 38 542 | 38 836 | 39 131 | 39 425 |
| 33 732      | 34 024 | 34 317 | 34 610 | 34 903 | 35 196 | 35 489 | 24  | 39 425      | 39 719 | 40 013 | 40 308 | 40 602 | 40 896 | 41 191 |
| 1.91 35 489 | 35 782 | 36 075 | 36 368 | 36 661 | 36 954 | 37 247 | 25  | 1.92 41 191 | 41 485 | 41 779 | 42 073 | 42 368 | 42 662 | 42 956 |
| 37 247      | 37 540 | 37 833 | 38 126 | 38 419 | 38 712 | 39 005 | 26  | 42 956      | 43 250 | 43 545 | 43 839 | 44 133 | 44 428 | 44 722 |
| 39 005      | 39 298 | 39 591 | 39 884 | 40 177 | 40 470 | 40 764 | 27  | 44 722      | 45 016 | 45 311 | 45 605 | 45 899 | 46 194 | 46 488 |
| 40 764      | 41 057 | 41 350 | 41 643 | 41 936 | 42 229 | 42 522 | 28  | 46 488      | 46 782 | 47 077 | 47 371 | 47 665 | 47 960 | 48 254 |
| 42 522      | 42 815 | 43 108 | 43 401 | 43 694 | 43 987 | 44 280 | 29  | 48 254      | 48 548 | 48 843 | 49 137 | 49 432 | 49 726 | 50 020 |
| 1.91 44 280 | 44 573 | 44 866 | 45 160 | 45 453 | 45 746 | 46 039 | 30  | 1.92 50 020 | 50 315 | 50 609 | 50 903 | 51 198 | 51 492 | 51 787 |
| 46 039      | 46 332 | 46 625 | 46 918 | 47 211 | 47 504 | 47 797 | 31  | 51 787      | 52 081 | 52 375 | 52 670 | 52 964 | 53 259 | 53 553 |
| 47 797      | 48 091 | 48 384 | 48 677 | 48 970 | 49 263 | 49 556 | 32  | 53 553      | 53 848 | 54 142 | 54 436 | 54 731 | 55 025 | 55 320 |
| 49 556      | 49 849 | 50 143 | 50 436 | 50 729 | 51 022 | 51 315 | 33  | 55 320      | 55 614 | 55 909 | 56 203 | 56 498 | 56 792 | 57 087 |
| 51 315      | 51 608 | 51 902 | 52 195 | 52 488 | 52 781 | 53 074 | 34  | 57 087      | 57 381 | 57 676 | 57 970 | 58 265 | 58 559 | 58 854 |
| 1.91 53 074 | 53 367 | 53 661 | 53 954 | 54 247 | 54 540 | 54 833 | 35  | 1.92 58 854 | 59 148 | 59 443 | 59 737 | 60 032 | 60 326 | 60 621 |
| 54 833      | 55 127 | 55 420 | 55 713 | 56 006 | 56 300 | 56 593 | 36  | 60 621      | 60 915 | 61 210 | 61 504 | 61 799 | 62 093 | 62 388 |
| 56 593      | 56 886 | 57 179 | 57 472 | 57 766 | 58 059 | 58 352 | 37  | 62 388      | 62 682 | 62 977 | 63 271 | 63 566 | 63 861 | 64 155 |
| 58 352      | 58 645 | 58 939 | 59 232 | 59 525 | 59 818 | 60 112 | 38  | 64 155      | 64 450 | 64 744 | 65 039 | 65 333 | 65 628 | 65 923 |
| 60 112      | 60 405 | 60 698 | 60 992 | 61 285 | 61 578 | 61 871 | 39  | 65 923      | 66 217 | 66 512 | 66 806 | 67 101 | 67 396 | 67 690 |
| 1.91 61 871 | 62 165 | 62 458 | 62 751 | 63 045 | 63 338 | 63 631 | 40  | 1.92 67 690 | 67 985 | 68 279 | 68 574 | 68 869 | 69 163 | 69 458 |
| 63 631      | 63 925 | 64 218 | 64 511 | 64 805 | 65 098 | 65 391 | 41  | 69 458      | 69 753 | 70 047 | 70 342 | 70 636 | 70 931 | 71 226 |
| 65 391      | 65 685 | 65 978 | 66 271 | 66 565 | 66 858 | 67 151 | 42  | 71 226      | 71 520 | 71 815 | 72 110 | 72 404 | 72 699 | 72 994 |
| 67 151      | 67 445 | 67 738 | 68 031 | 68 325 | 68 618 | 68 911 | 43  | 72 994      | 73 288 | 73 583 | 73 878 | 74 173 | 74 467 | 74 762 |
| 68 911      | 69 205 | 69 498 | 69 792 | 70 085 | 70 378 | 70 672 | 44  | 74 762      | 75 057 | 75 351 | 75 646 | 75 941 | 76 235 | 76 530 |
| 1.91 70 672 | 70 965 | 71 259 | 71 552 | 71 845 | 72 139 | 72 432 | 45  | 1.92 76 530 | 76 825 | 77 120 | 77 414 | 77 709 | 78 004 | 78 299 |
| 72 432      | 72 726 | 73 019 | 73 312 | 73 606 | 73 899 | 74 193 | 46  | 78 299      | 78 593 | 78 888 | 79 183 | 79 478 | 79 772 | 80 067 |
| 74 193      | 74 486 | 74 780 | 75 073 | 75 367 | 75 660 | 75 953 | 47  | 80 067      | 80 362 | 80 657 | 80 952 | 81 246 | 81 541 | 81 836 |
| 75 953      | 76 247 | 76 540 | 76 834 | 77 127 | 77 421 | 77 714 | 48  | 81 836      | 82 131 | 82 426 | 82 720 | 83 015 | 83 310 | 83 605 |
| 77 714      | 78 008 | 78 301 | 78 595 | 78 888 | 79 182 | 79 475 | 49  | 83 605      | 83 900 | 84 194 | 84 489 | 84 784 | 85 079 | 85 374 |
| 1.91 79 475 | 79 769 | 80 062 | 80 356 | 80 649 | 80 943 | 81 236 | 50  | 1.92 85 374 | 85 669 | 85 963 | 86 258 | 86 553 | 86 848 | 87 143 |
| 81 236      | 81 530 | 81 823 | 82 117 | 82 410 | 82 704 | 82 997 | 51  | 87 143      | 87 438 | 87 733 | 88 028 | 88 322 | 88 617 | 88 912 |
| 82 997      | 83 291 | 83 585 | 83 878 | 84 172 | 84 465 | 84 759 | 52  | 88 912      | 89 207 | 89 502 | 89 797 | 90 092 | 90 387 | 90 682 |
| 84 759      | 85 052 | 85 346 | 85 640 | 85 933 | 86 227 | 86 520 | 53  | 90 682      | 90 977 | 91 271 | 91 566 | 91 861 | 92 156 | 92 451 |
| 86 520      | 86 814 | 87 107 | 87 401 | 87 695 | 87 988 | 88 282 | 54  | 92 451      | 92 746 | 93 041 | 93 336 | 93 631 | 93 926 | 94 221 |
| 1.91 88 282 | 88 575 | 88 869 | 89 163 | 89 456 | 89 750 | 90 044 | 55  | 1.92 94 221 | 94 516 | 94 811 | 95 106 | 95 401 | 95 696 | 95 991 |
| 90 044      | 90 337 | 90 631 | 90 924 | 91 218 | 91 512 | 91 805 | 56  | 95 991      | 96 286 | 96 581 | 96 876 | 97 171 | 97 466 | 97 761 |
| 91 805      | 92 099 | 92 393 | 92 686 | 92 980 | 93 274 | 93 567 | 57  | 97 761      | 98 056 | 98 351 | 98 646 | 98 941 | 99 236 | 99 531 |
| 93 567      | 93 861 | 94 155 | 94 448 | 94 742 | 95 036 | 95 330 | 58  | 99 531      | 99 826 | 00 121 | 00 416 | 00 711 | 01 006 | 01 301 |
| 95 330      | 95 623 | 95 917 | 96 211 | 96 504 | 96 798 | 97 092 | 59  | 1.93 01 301 | 01 596 | 01 891 | 02 186 | 02 481 | 02 776 | 03 072 |

|   | 292   | 293   | 294   | 295   | 296   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 29.2  | 29.3  | 29.4  | 29.5  | 29.6  | 1 |
| 2 | 58.4  | 58.6  | 58.8  | 59.0  | 59.2  | 2 |
| 3 | 87.6  | 87.9  | 88.2  | 88.5  | 88.8  | 3 |
| 4 | 116.8 | 117.2 | 117.6 | 118.0 | 118.4 | 4 |
| 5 | 146.0 | 146.5 | 147.0 | 147.5 | 148.0 | 5 |
| 6 | 175.2 | 175.8 | 176.4 | 177.0 | 177.6 | 6 |
| 7 | 204.4 | 205.1 | 205.8 | 206.5 | 207.2 | 7 |
| 8 | 233.6 | 234.4 | 235.2 | 236.0 | 236.8 | 8 |
| 9 | 262.8 | 263.7 | 264.6 | 265.5 | 266.4 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |         |         |         |     |             |        |        |        |        |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 80°    |             |        |        |        |         |         |         | 81° |             |        |        |        |        |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     |
| 0'     | 1.93 03 072 | 03 367 | 03 662 | 03 957 | 04 252  | 04 547  | 04 842  | 0'  | 1.94 09 564 | 09 861 | 10 158 | 10 454 | 10 751 | 11 047  | 11 344  |
| 1      | 04 842      | 05 137 | 05 432 | 05 727 | 06 022  | 06 318  | 06 613  | 1   | 11 344      | 11 640 | 11 937 | 12 234 | 12 530 | 12 827  | 13 123  |
| 2      | 06 613      | 06 908 | 07 203 | 07 498 | 07 793  | 08 088  | 08 384  | 2   | 13 123      | 13 420 | 13 717 | 14 013 | 14 310 | 14 607  | 14 903  |
| 3      | 08 384      | 08 679 | 08 974 | 09 269 | 09 564  | 09 859  | 10 155  | 3   | 14 903      | 15 200 | 15 497 | 15 793 | 16 090 | 16 387  | 16 683  |
| 4      | 10 155      | 10 450 | 10 745 | 11 040 | 11 335  | 11 630  | 11 926  | 4   | 16 683      | 16 980 | 17 277 | 17 573 | 17 870 | 18 167  | 18 463  |
| 5      | 1.93 11 926 | 12 221 | 12 516 | 12 811 | 13 107  | 13 402  | 13 697  | 5   | 1.94 18 463 | 18 760 | 19 057 | 19 353 | 19 650 | 19 947  | 20 244  |
| 6      | 13 697      | 13 992 | 14 287 | 14 583 | 14 878  | 15 173  | 15 468  | 6   | 20 244      | 20 540 | 20 837 | 21 134 | 21 431 | 21 727  | 22 024  |
| 7      | 15 468      | 15 764 | 16 059 | 16 354 | 16 649  | 16 945  | 17 240  | 7   | 22 024      | 22 321 | 22 618 | 22 914 | 23 211 | 23 508  | 23 805  |
| 8      | 17 240      | 17 535 | 17 830 | 18 126 | 18 421  | 18 716  | 19 012  | 8   | 23 805      | 24 101 | 24 398 | 24 695 | 24 992 | 25 289  | 25 585  |
| 9      | 19 012      | 19 307 | 19 602 | 19 898 | 20 193  | 20 488  | 20 783  | 9   | 25 585      | 25 882 | 26 179 | 26 476 | 26 773 | 27 069  | 27 366  |
| 10     | 1.93 20 783 | 21 079 | 21 374 | 21 669 | 21 965  | 22 260  | 22 555  | 10  | 1.94 27 366 | 27 663 | 27 960 | 28 257 | 28 554 | 28 850  | 29 147  |
| 11     | 22 555      | 22 851 | 23 146 | 23 441 | 23 737  | 24 032  | 24 328  | 11  | 29 147      | 29 444 | 29 741 | 30 038 | 30 335 | 30 632  | 30 928  |
| 12     | 24 328      | 24 623 | 24 918 | 25 214 | 25 509  | 25 804  | 26 100  | 12  | 30 928      | 31 225 | 31 522 | 31 819 | 32 116 | 32 413  | 32 710  |
| 13     | 26 100      | 26 395 | 26 691 | 26 986 | 27 281  | 27 577  | 27 872  | 13  | 32 710      | 33 007 | 33 304 | 33 601 | 33 898 | 34 194  | 34 491  |
| 14     | 27 872      | 28 168 | 28 463 | 28 759 | 29 054  | 29 349  | 29 645  | 14  | 34 491      | 34 788 | 35 085 | 35 382 | 35 679 | 35 976  | 36 273  |
| 15     | 1.93 29 645 | 29 940 | 30 236 | 30 531 | 30 827  | 31 122  | 31 418  | 15  | 1.94 36 273 | 36 570 | 36 867 | 37 164 | 37 461 | 37 758  | 38 055  |
| 16     | 31 418      | 31 713 | 32 008 | 32 304 | 32 599  | 32 895  | 33 190  | 16  | 38 055      | 38 352 | 38 649 | 38 946 | 39 243 | 39 540  | 39 837  |
| 17     | 33 190      | 33 486 | 33 781 | 34 077 | 34 372  | 34 668  | 34 963  | 17  | 39 837      | 40 134 | 40 431 | 40 728 | 41 025 | 41 322  | 41 619  |
| 18     | 34 963      | 35 259 | 35 554 | 35 850 | 36 146  | 36 441  | 36 737  | 18  | 41 619      | 41 916 | 42 213 | 42 510 | 42 807 | 43 104  | 43 401  |
| 19     | 36 737      | 37 032 | 37 328 | 37 623 | 37 919  | 38 214  | 38 510  | 19  | 43 401      | 43 698 | 43 995 | 44 293 | 44 590 | 44 887  | 45 184  |
| 20     | 1.93 38 510 | 38 805 | 39 101 | 39 397 | 39 692  | 39 988  | 40 283  | 20  | 1.94 45 184 | 45 481 | 45 778 | 46 075 | 46 372 | 46 669  | 46 966  |
| 21     | 40 283      | 40 579 | 40 875 | 41 170 | 41 466  | 41 761  | 42 057  | 21  | 46 966      | 47 264 | 47 561 | 47 858 | 48 155 | 48 452  | 48 749  |
| 22     | 42 057      | 42 353 | 42 648 | 42 944 | 43 239  | 43 535  | 43 831  | 22  | 48 749      | 49 046 | 49 344 | 49 641 | 49 938 | 50 235  | 50 532  |
| 23     | 43 831      | 44 126 | 44 422 | 44 718 | 45 013  | 45 309  | 45 605  | 23  | 50 532      | 50 829 | 51 127 | 51 424 | 51 721 | 52 018  | 52 315  |
| 24     | 45 605      | 45 900 | 46 196 | 46 492 | 46 787  | 47 083  | 47 379  | 24  | 52 315      | 52 612 | 52 910 | 53 207 | 53 504 | 53 801  | 54 099  |
| 25     | 1.93 47 379 | 47 674 | 47 970 | 48 266 | 48 561  | 48 857  | 49 153  | 25  | 1.94 54 099 | 54 396 | 54 693 | 54 990 | 55 288 | 55 585  | 55 882  |
| 26     | 49 153      | 49 448 | 49 744 | 50 040 | 50 336  | 50 631  | 50 927  | 26  | 55 882      | 56 179 | 56 477 | 56 774 | 57 071 | 57 368  | 57 666  |
| 27     | 50 927      | 51 223 | 51 519 | 51 814 | 52 110  | 52 406  | 52 702  | 27  | 57 666      | 57 963 | 58 260 | 58 557 | 58 855 | 59 152  | 59 449  |
| 28     | 52 702      | 53 097 | 53 493 | 53 889 | 54 285  | 54 681  | 54 976  | 28  | 59 449      | 59 747 | 60 044 | 60 341 | 60 639 | 60 936  | 61 233  |
| 29     | 54 476      | 54 772 | 55 068 | 55 364 | 55 659  | 55 955  | 56 251  | 29  | 61 233      | 61 531 | 61 828 | 62 125 | 62 423 | 62 720  | 63 017  |
| 30     | 1.93 56 251 | 56 547 | 56 843 | 57 138 | 57 434  | 57 730  | 58 026  | 30  | 1.94 63 017 | 63 315 | 63 612 | 63 909 | 64 207 | 64 504  | 64 801  |
| 31     | 58 026      | 58 322 | 58 618 | 58 913 | 59 209  | 59 505  | 59 801  | 31  | 64 801      | 65 099 | 65 396 | 65 694 | 65 991 | 66 289  | 66 586  |
| 32     | 59 801      | 60 097 | 60 393 | 60 689 | 60 984  | 61 280  | 61 576  | 32  | 66 586      | 66 883 | 67 181 | 67 478 | 67 776 | 68 073  | 68 371  |
| 33     | 61 576      | 61 872 | 62 168 | 62 464 | 62 760  | 63 056  | 63 352  | 33  | 68 371      | 68 668 | 68 965 | 69 263 | 69 560 | 69 857  | 70 155  |
| 34     | 63 352      | 63 647 | 63 943 | 64 239 | 64 535  | 64 831  | 65 127  | 34  | 70 155      | 70 453 | 70 750 | 71 048 | 71 345 | 71 643  | 71 940  |
| 35     | 1.93 65 127 | 65 423 | 65 719 | 66 015 | 66 311  | 66 607  | 66 903  | 35  | 1.94 71 940 | 72 238 | 72 535 | 72 833 | 73 130 | 73 428  | 73 725  |
| 36     | 66 903      | 67 199 | 67 495 | 67 791 | 68 087  | 68 383  | 68 679  | 36  | 73 725      | 74 023 | 74 320 | 74 618 | 74 915 | 75 213  | 75 510  |
| 37     | 68 679      | 68 975 | 69 271 | 69 567 | 69 863  | 70 159  | 70 455  | 37  | 75 510      | 75 808 | 76 105 | 76 403 | 76 701 | 76 998  | 77 296  |
| 38     | 70 455      | 70 751 | 71 047 | 71 343 | 71 639  | 71 935  | 72 231  | 38  | 77 296      | 77 593 | 77 891 | 78 189 | 78 486 | 78 784  | 79 081  |
| 39     | 72 231      | 72 527 | 72 823 | 73 119 | 73 415  | 73 711  | 74 007  | 39  | 79 081      | 79 379 | 79 677 | 79 974 | 80 272 | 80 569  | 80 867  |
| 40     | 1.93 74 007 | 74 303 | 74 599 | 74 895 | 75 191  | 75 487  | 75 783  | 40  | 1.94 80 867 | 81 165 | 81 462 | 81 760 | 82 058 | 82 355  | 82 653  |
| 41     | 75 783      | 76 079 | 76 376 | 76 672 | 76 968  | 77 264  | 77 560  | 41  | 82 653      | 82 951 | 83 248 | 83 546 | 83 844 | 84 141  | 84 439  |
| 42     | 77 560      | 77 856 | 78 152 | 78 448 | 78 744  | 79 041  | 79 337  | 42  | 84 439      | 84 737 | 85 034 | 85 332 | 85 630 | 85 927  | 86 225  |
| 43     | 79 337      | 79 633 | 79 929 | 80 225 | 80 521  | 80 817  | 81 114  | 43  | 86 225      | 86 523 | 86 821 | 87 118 | 87 416 | 87 714  | 88 011  |
| 44     | 81 114      | 81 410 | 81 706 | 82 002 | 82 298  | 82 594  | 82 891  | 44  | 88 011      | 88 309 | 88 607 | 88 905 | 89 202 | 89 500  | 89 798  |
| 45     | 1.93 82 891 | 83 187 | 83 483 | 83 779 | 84 075  | 84 372  | 84 668  | 45  | 1.94 89 798 | 90 096 | 90 393 | 90 691 | 90 989 | 91 287  | 91 585  |
| 46     | 84 668      | 84 964 | 85 260 | 85 556 | 85 853  | 86 149  | 86 445  | 46  | 91 585      | 91 882 | 92 180 | 92 478 | 92 776 | 93 074  | 93 371  |
| 47     | 86 445      | 86 741 | 87 038 | 87 334 | 87 630  | 87 926  | 88 223  | 47  | 93 371      | 93 669 | 93 967 | 94 265 | 94 563 | 94 861  | 95 158  |
| 48     | 88 223      | 88 519 | 88 815 | 89 111 | 89 408  | 89 704  | 90 000  | 48  | 95 158      | 95 456 | 95 754 | 96 052 | 96 350 | 96 648  | 96 946  |
| 49     | 90 000      | 90 296 | 90 593 | 90 889 | 91 185  | 91 482  | 91 778  | 49  | 96 946      | 97 244 | 97 541 | 97 839 | 98 137 | 98 435  | 98 733  |
| 50     | 1.93 91 778 | 92 074 | 92 371 | 92 667 | 92 963  | 93 260  | 93 556  | 50  | 1.94 98 733 | 99 031 | 99 329 | 99 627 | 99 925 | 100 223 | 100 521 |
| 51     | 93 556      | 93 852 | 94 149 | 94 445 | 94 741  | 95 038  | 95 334  | 51  | 1.95 00 521 | 00 818 | 01 116 | 01 414 | 01 712 | 02 010  | 02 308  |
| 52     | 95 334      | 95 630 | 95 927 | 96 223 | 96 520  | 96 816  | 97 112  | 52  | 02 308      | 02 606 | 02 904 | 03 202 | 03 500 | 03 798  | 04 096  |
| 53     | 97 112      | 97 409 | 97 705 | 98 001 | 98 298  | 98 594  | 98 891  | 53  | 04 096      | 04 394 | 04 692 | 04 990 | 05 288 | 05 586  | 05 884  |
| 54     | 98 891      | 99 187 | 99 484 | 99 780 | 100 076 | 100 373 | 100 669 | 54  | 05 884      | 06 182 | 06 480 | 06 778 | 07 076 | 07 374  | 07 672  |
| 55     | 1.94 00 669 | 00 966 | 01 262 | 01 559 | 01 855  | 02 152  | 02 448  | 55  | 1.95 07 672 | 07 970 | 08 268 | 08 566 | 08 864 | 09 162  | 09 461  |
| 56     | 02 448      | 02 744 | 03 041 | 03 337 | 03 634  | 03 930  | 04 227  | 56  | 09 461      | 09 759 | 10 057 | 10 355 | 10 653 | 10 951  | 11 249  |
| 57     | 04 227      | 04 523 | 04 820 | 05 116 | 05 413  | 05 709  | 06 006  | 57  | 11 249      | 11 547 | 11 845 | 12 143 | 12 441 | 12 740  | 13 038  |
| 58     | 06 006      | 06 302 | 06 599 | 06 895 | 07 192  | 07 488  | 07 785  | 58  | 13 038      | 13 336 | 13 634 | 13 932 | 14 230 | 14 528  | 14 827  |
| 59     | 07 785      | 08 082 | 08 378 | 08 675 | 08 971  | 09 268  | 09 564  | 59  | 14 827      | 15 125 | 15 423 | 15 721 | 16 019 | 16 317  | 16 616  |

|   | 295   | 296   | 297   | 298   | 299   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 29.5  | 29.6  | 29.7  | 29.8  | 29.9  | 1 |
| 2 | 59.0  | 59.2  | 59.4  | 59.6  | 59.8  | 2 |
| 3 | 88.5  | 88.8  | 89.1  | 89.4  | 89.7  | 3 |
| 4 | 118.0 | 118.4 | 118.8 | 119.2 | 119.6 | 4 |
| 5 | 147.5 | 148.0 | 148.5 | 149.0 | 149.5 | 5 |
| 6 | 177.0 | 177.6 | 178.2 | 178.8 | 179.4 | 6 |
| 7 | 206.5 | 207.2 | 207.9 | 208.6 | 209.3 | 7 |
| 8 | 236.0 | 236.8 | 237.6 | 238.4 | 239.2 | 8 |
| 9 | 265.5 | 266.4 | 267.3 | 268.2 | 269.1 | 9 |



## Tafel IV.

| log M.      |        |        |        |         |         |         |    |             |        |        |        |        |        |         |  |
|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--|
| 82°         |        |        |        |         |         |         |    | 83°         |        |        |        |        |        |         |  |
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"     |  |
| 1.95 16 616 | 16 914 | 17 212 | 17 510 | 17 808  | 18 107  | 18 405  | 0' | 1.96 24 271 | 24 571 | 24 871 | 25 171 | 25 471 | 25 771 | 26 070  |  |
| 18 405      | 18 703 | 19 001 | 19 299 | 19 598  | 19 896  | 20 194  | 1  | 26 070      | 26 370 | 26 670 | 26 970 | 27 270 | 27 570 | 27 870  |  |
| 20 194      | 20 492 | 20 791 | 21 089 | 21 387  | 21 685  | 21 984  | 2  | 27 870      | 28 170 | 28 470 | 28 770 | 29 070 | 29 370 | 29 670  |  |
| 21 984      | 22 282 | 22 580 | 22 878 | 23 177  | 23 475  | 23 773  | 3  | 29 670      | 29 970 | 30 270 | 30 570 | 30 870 | 31 170 | 31 470  |  |
| 23 773      | 24 072 | 24 370 | 24 668 | 24 967  | 25 265  | 25 563  | 4  | 31 470      | 31 771 | 32 071 | 32 371 | 32 671 | 32 971 | 33 271  |  |
| 1.95 25 563 | 25 861 | 26 160 | 26 458 | 26 756  | 27 055  | 27 353  | 5  | 1.96 33 271 | 33 571 | 33 871 | 34 171 | 34 471 | 34 771 | 35 071  |  |
| 27 353      | 27 652 | 27 950 | 28 248 | 28 547  | 28 845  | 29 143  | 6  | 35 071      | 35 371 | 35 672 | 35 972 | 36 272 | 36 572 | 36 872  |  |
| 29 143      | 29 442 | 29 740 | 30 039 | 30 337  | 30 635  | 30 934  | 7  | 36 872      | 37 172 | 37 472 | 37 773 | 38 073 | 38 373 | 38 673  |  |
| 30 934      | 31 232 | 31 531 | 31 829 | 32 127  | 32 426  | 32 724  | 8  | 38 673      | 38 973 | 39 273 | 39 574 | 39 874 | 40 174 | 40 474  |  |
| 32 724      | 33 023 | 33 321 | 33 620 | 33 918  | 34 216  | 34 515  | 9  | 40 474      | 40 774 | 41 074 | 41 375 | 41 675 | 41 975 | 42 275  |  |
| 1.95 34 515 | 34 813 | 35 112 | 35 410 | 35 709  | 36 007  | 36 306  | 10 | 1.96 42 275 | 42 576 | 42 876 | 43 176 | 43 476 | 43 777 | 44 077  |  |
| 36 306      | 36 604 | 36 903 | 37 201 | 37 500  | 37 798  | 38 097  | 11 | 44 077      | 44 377 | 44 677 | 44 978 | 45 278 | 45 578 | 45 878  |  |
| 38 097      | 38 395 | 38 694 | 38 992 | 39 291  | 39 590  | 39 888  | 12 | 45 878      | 46 179 | 46 479 | 46 779 | 47 080 | 47 380 | 47 680  |  |
| 39 888      | 40 187 | 40 485 | 40 784 | 41 082  | 41 381  | 41 679  | 13 | 47 680      | 47 981 | 48 281 | 48 581 | 48 882 | 49 182 | 49 482  |  |
| 41 679      | 41 978 | 42 277 | 42 575 | 42 874  | 43 172  | 43 471  | 14 | 49 482      | 49 783 | 50 083 | 50 383 | 50 684 | 50 984 | 51 284  |  |
| 1.95 43 471 | 43 770 | 44 068 | 44 367 | 44 665  | 44 964  | 45 263  | 15 | 1.96 51 284 | 51 585 | 51 885 | 52 186 | 52 486 | 52 786 | 53 087  |  |
| 45 263      | 45 561 | 45 860 | 46 159 | 46 457  | 46 756  | 47 055  | 16 | 53 087      | 53 387 | 53 688 | 53 988 | 54 288 | 54 589 | 54 889  |  |
| 47 055      | 47 353 | 47 652 | 47 951 | 48 249  | 48 548  | 48 847  | 17 | 54 889      | 55 190 | 55 490 | 55 791 | 56 091 | 56 392 | 56 692  |  |
| 48 847      | 49 145 | 49 444 | 49 743 | 50 041  | 50 340  | 50 639  | 18 | 56 692      | 56 993 | 57 293 | 57 594 | 57 894 | 58 195 | 58 495  |  |
| 50 639      | 50 938 | 51 236 | 51 535 | 51 834  | 52 133  | 52 431  | 19 | 58 495      | 58 796 | 59 096 | 59 397 | 59 697 | 59 998 | 60 298  |  |
| 1.95 52 431 | 52 730 | 53 029 | 53 328 | 53 626  | 53 925  | 54 224  | 20 | 1.96 60 298 | 60 599 | 60 899 | 61 200 | 61 500 | 61 801 | 62 101  |  |
| 54 224      | 54 523 | 54 821 | 55 120 | 55 419  | 55 718  | 56 017  | 21 | 62 101      | 62 402 | 62 703 | 63 003 | 63 304 | 63 604 | 63 905  |  |
| 56 017      | 56 315 | 56 614 | 56 913 | 57 212  | 57 511  | 57 810  | 22 | 63 905      | 64 205 | 64 506 | 64 807 | 65 107 | 65 408 | 65 709  |  |
| 57 810      | 58 108 | 58 407 | 58 706 | 59 005  | 59 304  | 59 603  | 23 | 65 709      | 66 009 | 66 310 | 66 610 | 66 911 | 67 212 | 67 512  |  |
| 59 603      | 59 901 | 60 200 | 60 499 | 60 798  | 61 097  | 61 396  | 24 | 67 512      | 67 813 | 68 114 | 68 414 | 68 715 | 69 016 | 69 316  |  |
| 1.95 61 396 | 61 695 | 61 994 | 62 293 | 62 592  | 62 890  | 63 189  | 25 | 1.96 69 316 | 69 617 | 69 918 | 70 219 | 70 519 | 70 820 | 71 121  |  |
| 63 189      | 63 488 | 63 787 | 64 086 | 64 385  | 64 684  | 64 983  | 26 | 71 121      | 71 421 | 71 722 | 72 023 | 72 324 | 72 624 | 72 925  |  |
| 64 983      | 65 282 | 65 581 | 65 880 | 66 179  | 66 478  | 66 777  | 27 | 72 925      | 73 226 | 73 527 | 73 827 | 74 128 | 74 429 | 74 730  |  |
| 66 777      | 67 076 | 67 375 | 67 674 | 67 973  | 68 272  | 68 571  | 28 | 74 730      | 75 030 | 75 331 | 75 632 | 75 933 | 76 234 | 76 534  |  |
| 68 571      | 68 870 | 69 169 | 69 468 | 69 767  | 70 066  | 70 365  | 29 | 76 534      | 76 835 | 77 136 | 77 437 | 77 738 | 78 039 | 78 339  |  |
| 1.95 70 365 | 70 664 | 70 963 | 71 262 | 71 561  | 71 860  | 72 159  | 30 | 1.96 78 339 | 78 640 | 78 941 | 79 242 | 79 543 | 79 844 | 80 145  |  |
| 72 159      | 72 458 | 72 757 | 73 056 | 73 355  | 73 655  | 73 954  | 31 | 80 145      | 80 445 | 80 746 | 81 047 | 81 348 | 81 649 | 81 950  |  |
| 73 954      | 74 253 | 74 552 | 74 851 | 75 150  | 75 449  | 75 748  | 32 | 81 950      | 82 251 | 82 552 | 82 853 | 83 154 | 83 454 | 83 755  |  |
| 75 748      | 76 047 | 76 347 | 76 646 | 76 945  | 77 244  | 77 543  | 33 | 83 755      | 84 056 | 84 357 | 84 658 | 84 959 | 85 260 | 85 561  |  |
| 77 543      | 77 842 | 78 141 | 78 441 | 78 740  | 79 039  | 79 338  | 34 | 85 561      | 85 862 | 86 163 | 86 464 | 86 765 | 87 066 | 87 367  |  |
| 1.95 79 338 | 79 637 | 79 937 | 80 236 | 80 535  | 80 834  | 81 133  | 35 | 1.96 87 367 | 87 668 | 87 969 | 88 270 | 88 571 | 88 872 | 89 173  |  |
| 81 133      | 81 433 | 81 732 | 82 031 | 82 330  | 82 629  | 82 929  | 36 | 89 173      | 89 474 | 89 775 | 90 076 | 90 377 | 90 678 | 90 979  |  |
| 82 929      | 83 228 | 83 527 | 83 826 | 84 126  | 84 425  | 84 724  | 37 | 90 979      | 91 280 | 91 582 | 91 883 | 92 184 | 92 485 | 92 786  |  |
| 84 724      | 85 023 | 85 323 | 85 622 | 85 921  | 86 221  | 86 520  | 38 | 92 786      | 93 087 | 93 388 | 93 689 | 93 990 | 94 291 | 94 593  |  |
| 86 520      | 86 819 | 87 119 | 87 418 | 87 717  | 88 016  | 88 316  | 39 | 94 593      | 94 894 | 95 195 | 95 496 | 95 797 | 96 098 | 96 399  |  |
| 1.95 88 316 | 88 615 | 88 914 | 89 214 | 89 513  | 89 813  | 90 112  | 40 | 1.96 96 399 | 96 701 | 97 002 | 97 303 | 97 604 | 97 905 | 98 206  |  |
| 90 112      | 90 411 | 90 711 | 91 010 | 91 309  | 91 609  | 91 908  | 41 | 98 206      | 98 508 | 98 809 | 99 110 | 99 411 | 99 712 | 100 014 |  |
| 91 908      | 92 207 | 92 507 | 92 806 | 93 106  | 93 405  | 93 705  | 42 | 1.97 00 014 | 00 315 | 00 616 | 00 917 | 01 219 | 01 520 | 01 821  |  |
| 93 705      | 94 004 | 94 303 | 94 603 | 94 902  | 95 202  | 95 501  | 43 | 01 821      | 02 122 | 02 424 | 02 725 | 03 026 | 03 327 | 03 629  |  |
| 95 501      | 95 801 | 96 100 | 96 399 | 96 699  | 96 998  | 97 298  | 44 | 03 629      | 03 930 | 04 231 | 04 532 | 04 834 | 05 135 | 05 436  |  |
| 1.95 97 298 | 97 597 | 97 897 | 98 196 | 98 496  | 98 795  | 99 095  | 45 | 1.97 05 436 | 05 738 | 06 039 | 06 340 | 06 642 | 06 943 | 07 244  |  |
| 99 095      | 99 394 | 99 694 | 99 993 | 100 293 | 100 592 | 100 892 | 46 | 07 244      | 07 546 | 07 847 | 08 148 | 08 450 | 08 751 | 09 053  |  |
| 1.96 00 892 | 01 191 | 01 491 | 01 791 | 02 090  | 02 390  | 02 689  | 47 | 09 053      | 09 354 | 09 655 | 09 957 | 10 258 | 10 560 | 10 861  |  |
| 02 689      | 02 989 | 03 288 | 03 588 | 03 888  | 04 187  | 04 487  | 48 | 10 861      | 11 162 | 11 464 | 11 765 | 12 067 | 12 368 | 12 669  |  |
| 04 487      | 04 786 | 05 086 | 05 386 | 05 685  | 05 985  | 06 284  | 49 | 12 669      | 12 971 | 13 272 | 13 574 | 13 875 | 14 177 | 14 478  |  |
| 1.96 06 284 | 06 584 | 06 884 | 07 183 | 07 483  | 07 783  | 08 082  | 50 | 1.97 14 478 | 14 780 | 15 081 | 15 383 | 15 684 | 15 986 | 16 287  |  |
| 08 082      | 08 382 | 08 682 | 08 981 | 09 281  | 09 581  | 09 880  | 51 | 16 287      | 16 589 | 16 890 | 17 192 | 17 493 | 17 795 | 18 096  |  |
| 09 880      | 10 180 | 10 480 | 10 779 | 11 079  | 11 379  | 11 678  | 52 | 18 096      | 18 398 | 18 699 | 19 001 | 19 302 | 19 604 | 19 906  |  |
| 11 678      | 11 978 | 12 278 | 12 578 | 12 877  | 13 177  | 13 477  | 53 | 19 906      | 20 207 | 20 509 | 20 810 | 21 112 | 21 414 | 21 715  |  |
| 13 477      | 13 777 | 14 076 | 14 376 | 14 676  | 14 976  | 15 275  | 54 | 21 715      | 22 017 | 22 318 | 22 620 | 22 922 | 23 223 | 23 525  |  |
| 1.96 15 275 | 15 575 | 15 875 | 16 175 | 16 475  | 16 774  | 17 074  | 55 | 1.97 23 525 | 23 826 | 24 128 | 24 430 | 24 731 | 25 033 | 25 335  |  |
| 17 074      | 17 374 | 17 674 | 17 974 | 18 273  | 18 573  | 18 873  | 56 | 25 335      | 25 636 | 25 938 | 26 240 | 26 541 | 26 843 | 27 145  |  |
| 18 873      | 19 173 | 19 473 | 19 773 | 20 072  | 20 372  | 20 672  | 57 | 27 145      | 27 447 | 27 748 | 28 050 | 28 352 | 28 653 | 28 955  |  |
| 20 672      | 20 972 | 21 272 | 21 572 | 21 872  | 22 171  | 22 471  | 58 | 28 955      | 29 257 | 29 559 | 29 860 | 30 162 | 30 464 | 30 766  |  |
| 22 471      | 22 771 | 23 071 | 23 371 | 23 671  | 23 971  | 24 271  | 59 | 30 766      | 31 067 | 31 369 | 31 671 | 31 973 | 32 274 | 32 576  |  |

|   | 298   | 299   | 300   | 301   | 302   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 29.8  | 29.9  | 30.0  | 30.1  | 30.2  | 1 |
| 2 | 59.6  | 59.8  | 60.0  | 60.2  | 60.4  | 2 |
| 3 | 89.4  | 89.7  | 90.0  | 90.3  | 90.6  | 3 |
| 4 | 119.2 | 119.6 | 120.0 | 120.4 | 120.8 | 4 |
| 5 | 149.0 | 149.5 | 150.0 | 150.5 | 151.0 | 5 |
| 6 | 178.8 | 179.4 | 180.0 | 180.6 | 181.2 | 6 |
| 7 | 208.6 | 209.3 | 210.0 | 210.7 | 211.4 | 7 |
| 8 | 238.4 | 239.2 | 240.0 | 240.8 | 241.6 | 8 |
| 9 | 268.2 | 269.1 | 270.0 | 270.9 | 271.8 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |     |             |        |        |        |        |        |         |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 84°    |             |         |         |         |         |         |         | 85° |             |        |        |        |        |        |         |
| v      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"     |
| 0      | 1.97 32 576 | 32 878  | 33 180  | 33 482  | 33 783  | 34 085  | 34 387  | 0   | 1.98 41 579 | 41 882 | 42 186 | 42 490 | 42 794 | 43 098 | 43 401  |
| 1      | 34 387      | 34 689  | 34 991  | 35 293  | 35 594  | 35 896  | 36 198  | 1   | 43 401      | 43 705 | 44 009 | 44 313 | 44 617 | 44 921 | 45 224  |
| 2      | 36 198      | 36 500  | 36 802  | 37 104  | 37 406  | 37 708  | 38 009  | 2   | 45 224      | 45 528 | 45 832 | 46 136 | 46 440 | 46 744 | 47 048  |
| 3      | 38 009      | 38 311  | 38 613  | 38 915  | 39 217  | 39 519  | 39 821  | 3   | 47 048      | 47 352 | 47 656 | 47 959 | 48 263 | 48 567 | 48 871  |
| 4      | 39 821      | 40 123  | 40 425  | 40 727  | 41 029  | 41 331  | 41 633  | 4   | 48 871      | 49 175 | 49 479 | 49 783 | 50 087 | 50 391 | 50 695  |
| 5      | 1.97 41 633 | 41 934  | 42 236  | 42 538  | 42 840  | 43 142  | 43 444  | 5   | 1.98 50 695 | 50 999 | 51 303 | 51 607 | 51 911 | 52 215 | 52 519  |
| 6      | 43 444      | 43 746  | 44 048  | 44 350  | 44 652  | 44 954  | 45 256  | 6   | 52 519      | 52 823 | 53 127 | 53 431 | 53 735 | 54 039 | 54 343  |
| 7      | 45 256      | 45 558  | 45 860  | 46 162  | 46 465  | 46 767  | 47 069  | 7   | 54 343      | 54 647 | 54 951 | 55 255 | 55 559 | 55 863 | 56 167  |
| 8      | 47 069      | 47 371  | 47 673  | 47 975  | 48 277  | 48 579  | 48 881  | 8   | 56 167      | 56 471 | 56 775 | 57 080 | 57 384 | 57 688 | 57 992  |
| 9      | 48 881      | 49 183  | 49 485  | 49 787  | 50 089  | 50 392  | 50 694  | 9   | 57 992      | 58 296 | 58 600 | 58 904 | 59 208 | 59 512 | 59 817  |
| 10     | 1.97 50 694 | 50 996  | 51 298  | 51 600  | 51 902  | 52 204  | 52 506  | 10  | 1.98 59 817 | 60 121 | 60 425 | 60 729 | 61 033 | 61 337 | 61 641  |
| 11     | 52 506      | 52 809  | 53 111  | 53 413  | 53 715  | 54 017  | 54 319  | 11  | 61 642      | 61 946 | 62 250 | 62 554 | 62 858 | 63 163 | 63 467  |
| 12     | 54 319      | 54 622  | 54 924  | 55 226  | 55 528  | 55 830  | 56 133  | 12  | 63 467      | 63 771 | 64 075 | 64 379 | 64 684 | 64 988 | 65 292  |
| 13     | 56 133      | 56 435  | 56 737  | 57 039  | 57 342  | 57 644  | 57 946  | 13  | 65 292      | 65 596 | 65 900 | 66 205 | 66 509 | 66 813 | 67 118  |
| 14     | 57 946      | 58 248  | 58 551  | 58 853  | 59 155  | 59 457  | 59 760  | 14  | 67 118      | 67 422 | 67 726 | 68 031 | 68 335 | 68 639 | 68 943  |
| 15     | 1.97 59 760 | 60 062  | 60 364  | 60 667  | 60 969  | 61 271  | 61 573  | 15  | 1.98 68 943 | 69 247 | 69 552 | 69 856 | 70 161 | 70 465 | 70 769  |
| 16     | 61 573      | 61 876  | 62 178  | 62 480  | 62 783  | 63 085  | 63 387  | 16  | 70 769      | 71 074 | 71 378 | 71 683 | 71 987 | 72 291 | 72 596  |
| 17     | 63 387      | 63 690  | 63 992  | 64 295  | 64 597  | 64 899  | 65 202  | 17  | 72 596      | 72 900 | 73 204 | 73 509 | 73 813 | 74 118 | 74 422  |
| 18     | 65 202      | 65 504  | 65 806  | 66 109  | 66 411  | 66 714  | 67 016  | 18  | 74 422      | 74 727 | 75 031 | 75 335 | 75 640 | 75 944 | 76 249  |
| 19     | 67 016      | 67 318  | 67 621  | 67 923  | 68 226  | 68 528  | 68 831  | 19  | 76 249      | 76 553 | 76 858 | 77 162 | 77 467 | 77 771 | 78 076  |
| 20     | 1.97 68 831 | 69 133  | 69 436  | 69 738  | 70 040  | 70 343  | 70 645  | 20  | 1.98 78 076 | 78 380 | 78 685 | 78 989 | 79 294 | 79 598 | 79 903  |
| 21     | 70 645      | 70 948  | 71 250  | 71 553  | 71 855  | 72 158  | 72 460  | 21  | 79 903      | 80 207 | 80 512 | 80 816 | 81 121 | 81 425 | 81 730  |
| 22     | 72 460      | 72 763  | 73 065  | 73 368  | 73 670  | 73 973  | 74 276  | 22  | 81 730      | 82 034 | 82 339 | 82 644 | 82 948 | 83 253 | 83 557  |
| 23     | 74 276      | 74 578  | 74 881  | 75 183  | 75 486  | 75 788  | 76 091  | 23  | 83 557      | 83 862 | 84 167 | 84 471 | 84 776 | 85 080 | 85 385  |
| 24     | 76 091      | 76 393  | 76 696  | 76 999  | 77 301  | 77 604  | 77 906  | 24  | 85 385      | 85 690 | 85 994 | 86 299 | 86 604 | 86 908 | 87 213  |
| 25     | 1.97 77 906 | 78 209  | 78 512  | 78 814  | 79 117  | 79 420  | 79 722  | 25  | 1.98 87 213 | 87 518 | 87 822 | 88 127 | 88 432 | 88 736 | 89 041  |
| 26     | 79 722      | 80 025  | 80 328  | 80 630  | 80 933  | 81 236  | 81 538  | 26  | 89 041      | 89 346 | 89 651 | 89 955 | 90 260 | 90 565 | 90 869  |
| 27     | 81 538      | 81 841  | 82 144  | 82 446  | 82 749  | 83 052  | 83 354  | 27  | 90 869      | 91 174 | 91 479 | 91 784 | 92 088 | 92 393 | 92 698  |
| 28     | 83 354      | 83 657  | 83 960  | 84 263  | 84 565  | 84 868  | 85 171  | 28  | 92 698      | 93 003 | 93 308 | 93 612 | 93 917 | 94 222 | 94 527  |
| 29     | 85 171      | 85 474  | 85 776  | 86 079  | 86 382  | 86 685  | 86 987  | 29  | 94 527      | 94 832 | 95 136 | 95 441 | 95 746 | 96 051 | 96 356  |
| 30     | 1.97 86 987 | 87 290  | 87 593  | 87 896  | 88 199  | 88 501  | 88 804  | 30  | 1.98 96 356 | 96 661 | 96 965 | 97 270 | 97 575 | 97 880 | 98 185  |
| 31     | 88 804      | 89 107  | 89 410  | 89 713  | 90 015  | 90 318  | 90 621  | 31  | 98 185      | 98 490 | 98 795 | 99 100 | 99 404 | 99 709 | 100 014 |
| 32     | 90 621      | 90 924  | 91 227  | 91 530  | 91 833  | 92 135  | 92 438  | 32  | 1.99 00 014 | 00 319 | 00 624 | 00 929 | 01 234 | 01 539 | 01 844  |
| 33     | 92 438      | 92 741  | 93 044  | 93 347  | 93 650  | 93 953  | 94 256  | 33  | 01 844      | 02 149 | 02 454 | 02 759 | 03 064 | 03 369 | 03 674  |
| 34     | 94 256      | 94 559  | 94 861  | 95 164  | 95 467  | 95 770  | 96 073  | 34  | 03 674      | 03 979 | 04 284 | 04 589 | 04 894 | 05 199 | 05 504  |
| 35     | 1.97 96 073 | 96 376  | 96 679  | 96 982  | 97 285  | 97 588  | 97 891  | 35  | 1.99 05 504 | 05 809 | 06 114 | 06 419 | 06 724 | 07 029 | 07 334  |
| 36     | 97 891      | 98 194  | 98 497  | 98 800  | 99 103  | 99 406  | 99 709  | 36  | 07 334      | 07 639 | 07 944 | 08 249 | 08 554 | 08 859 | 09 164  |
| 37     | 99 709      | 100 012 | 100 315 | 100 618 | 100 921 | 101 224 | 101 527 | 37  | 09 164      | 09 469 | 09 775 | 10 080 | 10 385 | 10 690 | 10 995  |
| 38     | 1.98 01 527 | 01 830  | 02 133  | 02 436  | 02 739  | 03 042  | 03 346  | 38  | 10 995      | 11 300 | 11 605 | 11 911 | 12 216 | 12 521 | 12 826  |
| 39     | 03 346      | 03 649  | 03 952  | 04 255  | 04 558  | 04 861  | 05 164  | 39  | 12 826      | 13 131 | 13 436 | 13 742 | 14 047 | 14 352 | 14 657  |
| 40     | 1.98 05 164 | 05 467  | 05 770  | 06 073  | 06 377  | 06 680  | 06 983  | 40  | 1.99 14 657 | 14 962 | 15 268 | 15 573 | 15 878 | 16 183 | 16 488  |
| 41     | 06 983      | 07 286  | 07 589  | 07 892  | 08 196  | 08 499  | 08 802  | 41  | 16 488      | 16 794 | 17 099 | 17 404 | 17 709 | 18 015 | 18 320  |
| 42     | 08 802      | 09 105  | 09 408  | 09 711  | 10 015  | 10 318  | 10 621  | 42  | 18 320      | 18 625 | 18 931 | 19 236 | 19 541 | 19 846 | 20 152  |
| 43     | 10 621      | 10 924  | 11 228  | 11 531  | 11 834  | 12 137  | 12 440  | 43  | 20 152      | 20 457 | 20 762 | 21 068 | 21 373 | 21 678 | 21 984  |
| 44     | 12 440      | 12 744  | 13 047  | 13 350  | 13 653  | 13 957  | 14 260  | 44  | 21 984      | 22 289 | 22 594 | 22 900 | 23 205 | 23 511 | 23 816  |
| 45     | 1.98 14 260 | 14 563  | 14 867  | 15 170  | 15 473  | 15 777  | 16 080  | 45  | 1.99 23 816 | 24 121 | 24 427 | 24 732 | 25 038 | 25 343 | 25 648  |
| 46     | 16 080      | 16 383  | 16 686  | 16 990  | 17 293  | 17 597  | 17 900  | 46  | 25 648      | 25 954 | 26 259 | 26 565 | 26 870 | 27 176 | 27 481  |
| 47     | 17 900      | 18 203  | 18 507  | 18 810  | 19 113  | 19 417  | 19 720  | 47  | 27 481      | 27 786 | 28 092 | 28 397 | 28 703 | 29 008 | 29 314  |
| 48     | 19 720      | 20 023  | 20 327  | 20 630  | 20 934  | 21 237  | 21 540  | 48  | 29 314      | 29 619 | 29 925 | 30 230 | 30 536 | 30 841 | 31 147  |
| 49     | 21 540      | 21 844  | 22 147  | 22 451  | 22 754  | 23 058  | 23 361  | 49  | 31 147      | 31 452 | 31 758 | 32 063 | 32 369 | 32 675 | 32 980  |
| 50     | 1.98 23 361 | 23 665  | 23 968  | 24 271  | 24 575  | 24 878  | 25 182  | 50  | 1.99 32 980 | 33 286 | 33 591 | 33 897 | 34 202 | 34 508 | 34 814  |
| 51     | 25 182      | 25 485  | 25 789  | 26 092  | 26 396  | 26 699  | 27 003  | 51  | 34 814      | 35 119 | 35 425 | 35 730 | 36 036 | 36 342 | 36 647  |
| 52     | 27 003      | 27 306  | 27 610  | 27 914  | 28 217  | 28 521  | 28 824  | 52  | 36 647      | 36 953 | 37 259 | 37 564 | 37 870 | 38 176 | 38 481  |
| 53     | 28 824      | 29 128  | 29 431  | 29 735  | 30 038  | 30 342  | 30 646  | 53  | 38 481      | 38 787 | 39 093 | 39 398 | 39 704 | 40 010 | 40 315  |
| 54     | 30 646      | 30 949  | 31 253  | 31 556  | 31 860  | 32 164  | 32 467  | 54  | 40 315      | 40 621 | 40 927 | 41 233 | 41 538 | 41 844 | 42 150  |
| 55     | 1.98 32 467 | 32 771  | 33 074  | 33 378  | 33 682  | 33 985  | 34 289  | 55  | 1.99 42 150 | 42 456 | 42 761 | 43 067 | 43 373 | 43 679 | 43 984  |
| 56     | 34 289      | 34 593  | 34 896  | 35 200  | 35 504  | 35 807  | 36 111  | 56  | 43 984      | 44 290 | 44 596 | 44 902 | 45 208 | 45 513 | 45 819  |
| 57     | 36 111      | 36 415  | 36 719  | 37 022  | 37 326  | 37 630  | 37 933  | 57  | 45 819      | 46 125 | 46 431 | 46 737 | 47 042 | 47 348 | 47 654  |
| 58     | 37 933      | 38 237  | 38 541  | 38 845  | 39 148  | 39 452  | 39 756  | 58  | 47 654      | 47 960 | 48 266 | 48 572 | 48 878 | 49 184 | 49 489  |
| 59     | 39 756      | 40 060  | 40 363  | 40 667  | 40 971  | 41 275  | 41 579  | 59  | 49 489      | 49 795 | 50 101 | 50 407 | 50 713 | 51 019 | 51 325  |

|   | 301   | 302   | 303   | 304   | 305   | 306   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 30.1  | 30.2  | 30.3  | 30.4  | 30.5  | 30.6  | 1 |
| 2 | 60.2  | 60.4  | 60.6  | 60.8  | 61.0  | 61.2  | 2 |
| 3 | 90.3  | 90.6  | 90.9  | 91.2  | 91.5  | 91.8  | 3 |
| 4 | 120.4 | 120.8 | 121.2 | 121.6 | 122.0 | 122.4 | 4 |
| 5 | 150.5 | 151.0 | 151.5 | 152.0 | 152.5 | 153.0 | 5 |
| 6 | 180.6 | 181.2 | 181.8 | 182.4 | 183.0 | 183.6 | 6 |
| 7 | 210.7 | 211.4 | 212.1 | 212.8 | 213.5 | 214.2 | 7 |
| 8 | 240.8 | 241.6 | 242.4 | 243.2 | 244.0 | 244.8 | 8 |
| 9 | 270.9 | 271.8 | 272.7 | 273.6 | 274.5 | 275.4 | 9 |



Tafel IV.

log M.

| 86°         |        |        |         |         |         |         | 87° |             |        |        |        |         |         |         |
|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     |
| 1.99 51 325 | 51 631 | 51 937 | 52 243  | 52 549  | 52 855  | 53 161  | 0   | 2.00 61 863 | 62 172 | 62 480 | 62 788 | 63 096  | 63 404  | 63 713  |
| 53 161      | 53 467 | 53 773 | 54 079  | 54 384  | 54 690  | 54 996  | 1   | 63 713      | 64 021 | 64 329 | 64 637 | 64 946  | 65 254  | 65 562  |
| 54 996      | 55 302 | 55 609 | 55 915  | 56 221  | 56 527  | 56 833  | 2   | 65 562      | 65 870 | 66 179 | 66 487 | 66 795  | 67 104  | 67 412  |
| 56 833      | 57 139 | 57 445 | 57 751  | 58 057  | 58 363  | 58 669  | 3   | 67 412      | 67 720 | 68 029 | 68 337 | 68 645  | 68 954  | 69 262  |
| 58 669      | 58 975 | 59 281 | 59 587  | 59 893  | 60 199  | 60 506  | 4   | 69 262      | 69 570 | 69 879 | 70 187 | 70 495  | 70 804  | 71 112  |
| 1.99 60 506 | 60 812 | 61 118 | 61 424  | 61 730  | 62 036  | 62 342  | 5   | 2.00 71 112 | 71 421 | 71 729 | 72 037 | 72 346  | 72 654  | 72 963  |
| 62 342      | 62 648 | 62 955 | 63 261  | 63 567  | 63 873  | 64 179  | 6   | 72 963      | 73 271 | 73 580 | 73 888 | 74 196  | 74 505  | 74 813  |
| 64 179      | 64 486 | 64 792 | 65 098  | 65 404  | 65 710  | 66 017  | 7   | 74 813      | 75 122 | 75 430 | 75 739 | 76 047  | 76 356  | 76 664  |
| 66 017      | 66 323 | 66 629 | 66 935  | 67 241  | 67 548  | 67 854  | 8   | 76 664      | 76 973 | 77 281 | 77 590 | 77 898  | 78 207  | 78 515  |
| 67 854      | 68 160 | 68 467 | 68 773  | 69 079  | 69 385  | 69 692  | 9   | 78 515      | 78 824 | 79 133 | 79 441 | 79 750  | 80 058  | 80 367  |
| 1.99 69 692 | 69 998 | 70 304 | 70 611  | 70 917  | 71 223  | 71 530  | 10  | 2.00 80 367 | 80 675 | 80 984 | 81 293 | 81 601  | 81 910  | 82 219  |
| 71 530      | 71 836 | 72 142 | 72 449  | 72 755  | 73 061  | 73 368  | 11  | 82 219      | 82 527 | 82 836 | 83 144 | 83 453  | 83 762  | 84 070  |
| 73 368      | 73 674 | 73 980 | 74 287  | 74 593  | 74 900  | 75 206  | 12  | 84 070      | 84 379 | 84 688 | 84 996 | 85 305  | 85 614  | 85 923  |
| 75 206      | 75 512 | 75 819 | 76 125  | 76 432  | 76 738  | 77 045  | 13  | 85 923      | 86 231 | 86 540 | 86 849 | 87 157  | 87 466  | 87 775  |
| 77 045      | 77 351 | 77 657 | 77 964  | 78 270  | 78 577  | 78 883  | 14  | 87 775      | 88 084 | 88 392 | 88 701 | 89 010  | 89 319  | 89 627  |
| 1.99 78 883 | 79 190 | 79 496 | 79 803  | 80 109  | 80 416  | 80 722  | 15  | 2.00 89 627 | 89 936 | 90 245 | 90 554 | 90 863  | 91 171  | 91 480  |
| 80 722      | 81 029 | 81 335 | 81 642  | 81 949  | 82 255  | 82 562  | 16  | 91 480      | 91 789 | 92 098 | 92 407 | 92 716  | 93 024  | 93 333  |
| 82 562      | 82 868 | 83 175 | 83 481  | 83 788  | 84 094  | 84 401  | 17  | 93 333      | 93 642 | 93 951 | 94 260 | 94 569  | 94 878  | 95 187  |
| 84 401      | 84 708 | 85 014 | 85 321  | 85 628  | 85 934  | 86 241  | 18  | 95 187      | 95 496 | 95 804 | 96 113 | 96 422  | 96 731  | 97 040  |
| 86 241      | 86 547 | 86 854 | 87 161  | 87 467  | 87 774  | 88 081  | 19  | 97 040      | 97 349 | 97 658 | 97 967 | 98 276  | 98 585  | 98 894  |
| 1.99 88 081 | 88 387 | 88 694 | 89 001  | 89 307  | 89 614  | 89 921  | 20  | 2.00 98 894 | 99 203 | 99 512 | 99 821 | 100 130 | 100 439 | 100 748 |
| 89 921      | 90 228 | 90 534 | 90 841  | 91 148  | 91 454  | 91 761  | 21  | 2.01 00 748 | 01 057 | 01 366 | 01 675 | 01 984  | 02 293  | 02 602  |
| 91 761      | 92 068 | 92 375 | 92 681  | 92 988  | 93 295  | 93 602  | 22  | 02 602      | 02 911 | 03 220 | 03 529 | 03 839  | 04 148  | 04 457  |
| 93 602      | 93 909 | 94 215 | 94 522  | 94 829  | 95 136  | 95 443  | 23  | 04 457      | 04 766 | 05 075 | 05 384 | 05 693  | 06 002  | 06 311  |
| 95 443      | 95 749 | 96 056 | 96 363  | 96 670  | 96 977  | 97 284  | 24  | 06 311      | 06 621 | 06 930 | 07 239 | 07 548  | 07 857  | 08 166  |
| 1.99 97 284 | 97 590 | 97 897 | 98 204  | 98 511  | 98 818  | 99 125  | 25  | 2.01 08 166 | 08 476 | 08 785 | 09 094 | 09 403  | 09 712  | 10 022  |
| 99 125      | 99 432 | 99 739 | 100 046 | 100 352 | 100 659 | 100 966 | 26  | 10 022      | 10 331 | 10 640 | 10 949 | 11 259  | 11 568  | 11 877  |
| 2.00 00 966 | 01 273 | 01 580 | 01 887  | 02 194  | 02 501  | 02 808  | 27  | 11 877      | 12 186 | 12 496 | 12 805 | 13 114  | 13 423  | 13 733  |
| 02 808      | 03 115 | 03 422 | 03 729  | 04 036  | 04 343  | 04 650  | 28  | 13 733      | 14 042 | 14 351 | 14 661 | 14 970  | 15 279  | 15 589  |
| 04 650      | 04 957 | 05 264 | 05 571  | 05 878  | 06 185  | 06 492  | 29  | 15 589      | 15 898 | 16 207 | 16 517 | 16 826  | 17 135  | 17 445  |
| 2.00 06 492 | 06 799 | 07 106 | 07 413  | 07 720  | 08 027  | 08 334  | 30  | 2.01 17 445 | 17 754 | 18 064 | 18 373 | 18 682  | 18 992  | 19 301  |
| 08 334      | 08 641 | 08 949 | 09 256  | 09 563  | 09 870  | 10 177  | 31  | 19 301      | 19 611 | 19 920 | 20 230 | 20 539  | 20 848  | 21 158  |
| 10 177      | 10 484 | 10 791 | 11 098  | 11 406  | 11 713  | 12 020  | 32  | 21 158      | 21 467 | 21 777 | 22 086 | 22 396  | 22 705  | 23 015  |
| 12 020      | 12 327 | 12 634 | 12 941  | 13 249  | 13 556  | 13 863  | 33  | 23 015      | 23 324 | 23 634 | 23 943 | 24 253  | 24 562  | 24 872  |
| 13 863      | 14 170 | 14 477 | 14 785  | 15 092  | 15 399  | 15 706  | 34  | 24 872      | 25 181 | 25 491 | 25 801 | 26 110  | 26 420  | 26 729  |
| 2.00 15 706 | 16 014 | 16 321 | 16 628  | 16 935  | 17 243  | 17 550  | 35  | 2.01 26 729 | 27 039 | 27 348 | 27 658 | 27 968  | 28 277  | 28 587  |
| 17 550      | 17 857 | 18 164 | 18 472  | 18 779  | 19 086  | 19 394  | 36  | 28 587      | 28 897 | 29 206 | 29 516 | 29 825  | 30 135  | 30 445  |
| 19 394      | 19 701 | 20 008 | 20 316  | 20 623  | 20 930  | 21 238  | 37  | 30 445      | 30 754 | 31 064 | 31 374 | 31 683  | 31 993  | 32 303  |
| 21 238      | 21 545 | 21 852 | 22 160  | 22 467  | 22 774  | 23 082  | 38  | 32 303      | 32 613 | 32 922 | 33 232 | 33 542  | 33 851  | 34 161  |
| 23 082      | 23 389 | 23 697 | 24 004  | 24 311  | 24 619  | 24 926  | 39  | 34 161      | 34 471 | 34 781 | 35 090 | 35 400  | 35 710  | 36 020  |
| 2.00 24 926 | 25 234 | 25 541 | 25 849  | 26 156  | 26 463  | 26 771  | 40  | 2.01 36 020 | 36 330 | 36 639 | 36 949 | 37 259  | 37 569  | 37 879  |
| 26 771      | 27 078 | 27 386 | 27 693  | 28 001  | 28 308  | 28 616  | 41  | 37 879      | 38 188 | 38 498 | 38 808 | 39 118  | 39 428  | 39 738  |
| 28 616      | 28 923 | 29 231 | 29 538  | 29 846  | 30 153  | 30 461  | 42  | 39 738      | 40 048 | 40 357 | 40 667 | 40 977  | 41 287  | 41 597  |
| 30 461      | 30 768 | 31 076 | 31 384  | 31 691  | 31 999  | 32 306  | 43  | 41 597      | 41 907 | 42 217 | 42 527 | 42 837  | 43 147  | 43 457  |
| 32 306      | 32 614 | 32 921 | 33 229  | 33 537  | 33 844  | 34 152  | 44  | 43 457      | 43 766 | 44 076 | 44 386 | 44 696  | 45 006  | 45 316  |
| 2.00 34 152 | 34 459 | 34 767 | 35 075  | 35 382  | 35 690  | 35 998  | 45  | 2.01 45 316 | 45 626 | 45 936 | 46 246 | 46 556  | 46 866  | 47 176  |
| 35 998      | 36 305 | 36 613 | 36 921  | 37 228  | 37 536  | 37 844  | 46  | 47 176      | 47 486 | 47 796 | 48 106 | 48 417  | 48 727  | 49 037  |
| 37 844      | 38 151 | 38 459 | 38 767  | 39 075  | 39 382  | 39 690  | 47  | 49 037      | 49 347 | 49 657 | 49 967 | 50 277  | 50 587  | 50 897  |
| 39 690      | 39 998 | 40 305 | 40 613  | 40 921  | 41 229  | 41 536  | 48  | 50 897      | 51 207 | 51 517 | 51 828 | 52 138  | 52 448  | 52 758  |
| 41 536      | 41 844 | 42 152 | 42 460  | 42 768  | 43 075  | 43 383  | 49  | 52 758      | 53 068 | 53 378 | 53 688 | 53 999  | 54 309  | 54 619  |
| 2.00 43 383 | 43 691 | 43 999 | 44 307  | 44 615  | 44 922  | 45 230  | 50  | 2.01 54 619 | 54 929 | 55 239 | 55 550 | 55 860  | 56 170  | 56 480  |
| 45 230      | 45 538 | 45 846 | 46 154  | 46 462  | 46 770  | 47 077  | 51  | 56 480      | 56 790 | 57 101 | 57 411 | 57 721  | 58 031  | 58 342  |
| 47 077      | 47 385 | 47 693 | 48 001  | 48 309  | 48 617  | 48 925  | 52  | 58 342      | 58 652 | 58 962 | 59 273 | 59 583  | 59 893  | 60 204  |
| 48 925      | 49 233 | 49 541 | 49 849  | 50 157  | 50 465  | 50 773  | 53  | 60 204      | 60 514 | 60 824 | 61 134 | 61 445  | 61 755  | 62 066  |
| 50 773      | 51 080 | 51 388 | 51 696  | 52 004  | 52 312  | 52 620  | 54  | 62 066      | 62 376 | 62 686 | 62 997 | 63 307  | 63 617  | 63 928  |
| 2.00 52 620 | 52 928 | 53 236 | 53 544  | 53 852  | 54 160  | 54 469  | 55  | 2.01 63 928 | 64 238 | 64 549 | 64 859 | 65 169  | 65 480  | 65 790  |
| 54 469      | 54 777 | 55 085 | 55 393  | 55 701  | 56 009  | 56 317  | 56  | 65 790      | 66 101 | 66 411 | 66 722 | 67 032  | 67 343  | 67 653  |
| 56 317      | 56 625 | 56 933 | 57 241  | 57 549  | 57 857  | 58 165  | 57  | 67 653      | 67 963 | 68 274 | 68 584 | 68 895  | 69 205  | 69 516  |
| 58 165      | 58 474 | 58 782 | 59 090  | 59 398  | 59 706  | 60 014  | 58  | 69 516      | 69 827 | 70 137 | 70 448 | 70 758  | 71 069  | 71 379  |
| 60 014      | 60 322 | 60 631 | 60 939  | 61 247  | 61 555  | 61 863  | 59  | 71 379      | 71 690 | 72 000 | 72 311 | 72 622  | 72 932  | 73 243  |

|   | 305   | 306   | 307   | 308   | 309   | 310   | 311   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 30.5  | 30.6  | 30.7  | 30.8  | 30.9  | 31.0  | 31.1  | 1 |
| 2 | 61.0  | 61.2  | 61.4  | 61.6  | 61.8  | 62.0  | 62.2  | 2 |
| 3 | 91.5  | 91.8  | 92.1  | 92.4  | 92.7  | 93.0  | 93.3  | 3 |
| 4 | 122.0 | 122.4 | 122.8 | 123.2 | 123.6 | 124.0 | 124.4 | 4 |
| 5 | 152.5 | 153.0 | 153.5 | 154.0 | 154.5 | 155.0 | 155.5 | 5 |
| 6 | 183.0 | 183.6 | 184.2 | 184.8 | 185.4 | 186.0 | 186.6 | 6 |
| 7 | 213.5 | 214.2 | 214.9 | 215.6 | 216.3 | 217.0 | 217.7 | 7 |
| 8 | 244.0 | 244.8 | 245.6 | 246.4 | 247.2 | 248.0 | 248.8 | 8 |
| 9 | 274.5 | 275.4 | 276.3 | 277.2 | 278.1 | 279.0 | 279.9 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |         |         |         |         |     |             |        |        |        |        |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 88°    |             |        |        |         |         |         |         | 89° |             |        |        |        |        |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.01 73 243 | 73 553 | 73 864 | 74 175  | 74 485  | 74 796  | 75 106  | 0   | 2.02 85 512 | 85 826 | 86 139 | 86 452 | 86 765 | 87 078  | 87 391  |
| 1      | 75 106      | 75 417 | 75 728 | 76 038  | 76 349  | 76 660  | 76 970  | 1   | 87 391      | 87 705 | 88 018 | 88 331 | 88 644 | 88 957  | 89 271  |
| 2      | 76 970      | 77 281 | 77 592 | 77 902  | 78 213  | 78 524  | 78 835  | 2   | 89 271      | 89 584 | 89 897 | 90 210 | 90 524 | 90 837  | 91 150  |
| 3      | 78 835      | 79 145 | 79 456 | 79 767  | 80 078  | 80 388  | 80 699  | 3   | 91 150      | 91 463 | 91 777 | 92 090 | 92 403 | 92 717  | 93 030  |
| 4      | 80 699      | 81 010 | 81 321 | 81 631  | 81 942  | 82 253  | 82 564  | 4   | 93 030      | 93 343 | 93 657 | 93 970 | 94 283 | 94 597  | 94 910  |
| 5      | 2.01 82 564 | 82 875 | 83 185 | 83 496  | 83 807  | 84 118  | 84 429  | 5   | 2.02 94 910 | 95 223 | 95 537 | 95 850 | 96 163 | 96 477  | 96 790  |
| 6      | 84 429      | 84 740 | 85 050 | 85 361  | 85 672  | 85 983  | 86 294  | 6   | 96 790      | 97 104 | 97 417 | 97 731 | 98 044 | 98 357  | 98 671  |
| 7      | 86 294      | 86 605 | 86 916 | 87 227  | 87 538  | 87 849  | 88 159  | 7   | 98 671      | 98 984 | 99 298 | 99 611 | 99 925 | 100 238 | 100 552 |
| 8      | 88 159      | 88 470 | 88 781 | 89 092  | 89 403  | 89 714  | 90 025  | 8   | 2.03 00 552 | 00 865 | 01 179 | 01 492 | 01 806 | 02 119  | 02 433  |
| 9      | 90 025      | 90 336 | 90 647 | 90 958  | 91 269  | 91 580  | 91 891  | 9   | 02 433      | 02 746 | 03 060 | 03 373 | 03 687 | 04 001  | 04 314  |
| 10     | 2.01 91 891 | 92 202 | 92 513 | 92 824  | 93 135  | 93 446  | 93 757  | 10  | 2.03 04 314 | 04 628 | 04 941 | 05 255 | 05 568 | 05 882  | 06 196  |
| 11     | 93 757      | 94 068 | 94 379 | 94 691  | 95 002  | 95 313  | 95 624  | 11  | 06 196      | 06 509 | 06 823 | 07 137 | 07 450 | 07 764  | 08 078  |
| 12     | 95 624      | 95 935 | 96 246 | 96 557  | 96 868  | 97 179  | 97 491  | 12  | 08 078      | 08 391 | 08 705 | 09 019 | 09 332 | 09 646  | 09 960  |
| 13     | 97 491      | 97 802 | 98 113 | 98 424  | 98 735  | 99 046  | 99 357  | 13  | 09 960      | 10 273 | 10 587 | 10 901 | 11 215 | 11 528  | 11 842  |
| 14     | 99 357      | 99 669 | 99 980 | 100 291 | 100 602 | 100 913 | 101 225 | 14  | 11 842      | 12 156 | 12 470 | 12 783 | 13 097 | 13 411  | 13 725  |
| 15     | 2.02 01 225 | 01 536 | 01 847 | 02 158  | 02 470  | 02 781  | 03 092  | 15  | 2.03 13 725 | 14 039 | 14 352 | 14 666 | 14 980 | 15 294  | 15 608  |
| 16     | 03 092      | 03 403 | 03 715 | 04 026  | 04 337  | 04 649  | 04 960  | 16  | 15 608      | 15 922 | 16 235 | 16 549 | 16 863 | 17 177  | 17 491  |
| 17     | 04 960      | 05 271 | 05 582 | 05 894  | 06 205  | 06 516  | 06 828  | 17  | 17 491      | 17 805 | 18 119 | 18 433 | 18 747 | 19 061  | 19 374  |
| 18     | 06 828      | 07 139 | 07 451 | 07 762  | 08 073  | 08 385  | 08 696  | 18  | 19 374      | 19 688 | 20 002 | 20 316 | 20 630 | 20 944  | 21 258  |
| 19     | 08 696      | 09 007 | 09 319 | 09 630  | 09 942  | 10 253  | 10 565  | 19  | 21 258      | 21 572 | 21 886 | 22 200 | 22 514 | 22 828  | 23 142  |
| 20     | 2.02 10 565 | 10 876 | 11 187 | 11 499  | 11 810  | 12 122  | 12 433  | 20  | 2.03 23 142 | 23 456 | 23 770 | 24 084 | 24 398 | 24 712  | 25 026  |
| 21     | 12 433      | 12 745 | 13 056 | 13 368  | 13 679  | 13 991  | 14 302  | 21  | 25 026      | 25 341 | 25 655 | 25 969 | 26 283 | 26 597  | 26 911  |
| 22     | 14 302      | 14 614 | 14 925 | 15 237  | 15 548  | 15 860  | 16 171  | 22  | 26 911      | 27 225 | 27 539 | 27 853 | 28 167 | 28 482  | 28 796  |
| 23     | 16 171      | 16 483 | 16 795 | 17 106  | 17 418  | 17 729  | 18 041  | 23  | 28 796      | 29 110 | 29 424 | 29 738 | 30 052 | 30 367  | 30 681  |
| 24     | 18 041      | 18 353 | 18 664 | 18 976  | 19 287  | 19 599  | 19 911  | 24  | 30 681      | 30 995 | 31 309 | 31 623 | 31 938 | 32 252  | 32 566  |
| 25     | 2.02 19 911 | 20 222 | 20 534 | 20 846  | 21 157  | 21 469  | 21 781  | 25  | 2.03 32 566 | 32 880 | 33 195 | 33 509 | 33 823 | 34 137  | 34 452  |
| 26     | 21 781      | 22 092 | 22 404 | 22 716  | 23 027  | 23 339  | 23 651  | 26  | 34 452      | 34 766 | 35 080 | 35 395 | 35 709 | 36 023  | 36 338  |
| 27     | 23 651      | 23 963 | 24 274 | 24 586  | 24 898  | 25 210  | 25 521  | 27  | 36 338      | 36 652 | 36 966 | 37 281 | 37 595 | 37 909  | 38 224  |
| 28     | 25 521      | 25 833 | 26 145 | 26 457  | 26 768  | 27 080  | 27 392  | 28  | 38 224      | 38 538 | 38 853 | 39 167 | 39 481 | 39 796  | 40 110  |
| 29     | 27 392      | 27 704 | 28 016 | 28 328  | 28 639  | 28 951  | 29 263  | 29  | 40 110      | 40 425 | 40 739 | 41 053 | 41 368 | 41 682  | 41 997  |
| 30     | 2.02 29 263 | 29 575 | 29 887 | 30 199  | 30 511  | 30 822  | 31 134  | 30  | 2.03 41 997 | 42 311 | 42 626 | 42 940 | 43 255 | 43 569  | 43 884  |
| 31     | 31 134      | 31 446 | 31 758 | 32 070  | 32 382  | 32 694  | 33 006  | 31  | 43 884      | 44 198 | 44 513 | 44 827 | 45 142 | 45 456  | 45 771  |
| 32     | 33 006      | 33 318 | 33 630 | 33 942  | 34 254  | 34 566  | 34 878  | 32  | 45 771      | 46 086 | 46 400 | 46 715 | 47 029 | 47 344  | 47 658  |
| 33     | 34 878      | 35 190 | 35 502 | 35 814  | 36 126  | 36 438  | 36 750  | 33  | 47 658      | 47 973 | 48 288 | 48 602 | 48 917 | 49 232  | 49 546  |
| 34     | 36 750      | 37 062 | 37 374 | 37 686  | 37 998  | 38 310  | 38 622  | 34  | 49 546      | 49 861 | 50 176 | 50 490 | 50 805 | 51 120  | 51 434  |
| 35     | 2.02 38 622 | 38 934 | 39 246 | 39 558  | 39 870  | 40 182  | 40 494  | 35  | 2.03 51 434 | 51 749 | 52 064 | 52 378 | 52 693 | 53 008  | 53 323  |
| 36     | 40 494      | 40 807 | 41 119 | 41 431  | 41 743  | 42 055  | 42 367  | 36  | 53 323      | 53 637 | 53 952 | 54 267 | 54 582 | 54 896  | 55 211  |
| 37     | 42 367      | 42 679 | 42 992 | 43 304  | 43 616  | 43 928  | 44 240  | 37  | 55 211      | 55 526 | 55 841 | 56 155 | 56 470 | 56 785  | 57 100  |
| 38     | 44 240      | 44 552 | 44 865 | 45 177  | 45 489  | 45 801  | 46 114  | 38  | 57 100      | 57 415 | 57 730 | 58 044 | 58 359 | 58 674  | 58 989  |
| 39     | 46 114      | 46 426 | 46 738 | 47 050  | 47 363  | 47 675  | 47 987  | 39  | 58 989      | 59 304 | 59 619 | 59 934 | 60 249 | 60 563  | 60 878  |
| 40     | 2.02 47 987 | 48 299 | 48 612 | 48 924  | 49 236  | 49 549  | 49 861  | 40  | 2.03 60 878 | 61 193 | 61 508 | 61 823 | 62 138 | 62 453  | 62 768  |
| 41     | 49 861      | 50 173 | 50 486 | 50 798  | 51 110  | 51 423  | 51 735  | 41  | 62 768      | 63 083 | 63 398 | 63 713 | 64 028 | 64 343  | 64 658  |
| 42     | 51 735      | 52 047 | 52 360 | 52 672  | 52 985  | 53 297  | 53 609  | 42  | 64 658      | 64 973 | 65 288 | 65 603 | 65 918 | 66 233  | 66 548  |
| 43     | 53 609      | 53 922 | 54 234 | 54 547  | 54 859  | 55 171  | 55 484  | 43  | 66 548      | 66 863 | 67 178 | 67 493 | 67 808 | 68 123  | 68 439  |
| 44     | 55 484      | 55 796 | 56 109 | 56 421  | 56 734  | 57 046  | 57 359  | 44  | 68 439      | 68 754 | 69 069 | 69 384 | 69 699 | 70 014  | 70 329  |
| 45     | 2.02 57 359 | 57 671 | 57 984 | 58 296  | 58 609  | 58 921  | 59 234  | 45  | 2.03 70 329 | 70 644 | 70 960 | 71 275 | 71 590 | 71 905  | 72 220  |
| 46     | 59 234      | 59 546 | 59 859 | 60 171  | 60 484  | 60 797  | 61 109  | 46  | 72 220      | 72 535 | 72 851 | 73 166 | 73 481 | 73 796  | 74 112  |
| 47     | 61 109      | 61 422 | 61 734 | 62 047  | 62 360  | 62 672  | 62 985  | 47  | 74 112      | 74 427 | 74 742 | 75 057 | 75 373 | 75 688  | 76 003  |
| 48     | 62 985      | 63 297 | 63 610 | 63 923  | 64 235  | 64 548  | 64 861  | 48  | 76 003      | 76 318 | 76 634 | 76 949 | 77 264 | 77 580  | 77 895  |
| 49     | 64 861      | 65 173 | 65 486 | 65 799  | 66 111  | 66 424  | 66 737  | 49  | 77 895      | 78 210 | 78 526 | 78 841 | 79 156 | 79 472  | 79 787  |
| 50     | 2.02 66 737 | 67 050 | 67 362 | 67 675  | 67 988  | 68 300  | 68 613  | 50  | 2.03 79 787 | 80 102 | 80 418 | 80 733 | 81 049 | 81 364  | 81 679  |
| 51     | 68 613      | 68 926 | 69 239 | 69 551  | 69 864  | 70 177  | 70 490  | 51  | 81 679      | 81 995 | 82 310 | 82 626 | 82 941 | 83 257  | 83 572  |
| 52     | 70 490      | 70 803 | 71 115 | 71 428  | 71 741  | 72 054  | 72 367  | 52  | 83 572      | 83 887 | 84 203 | 84 518 | 84 834 | 85 149  | 85 465  |
| 53     | 72 367      | 72 680 | 72 992 | 73 305  | 73 618  | 73 931  | 74 244  | 53  | 85 465      | 85 780 | 86 096 | 86 411 | 86 727 | 87 043  | 87 358  |
| 54     | 74 244      | 74 557 | 74 870 | 75 183  | 75 496  | 75 808  | 76 121  | 54  | 87 358      | 87 674 | 87 989 | 88 305 | 88 620 | 88 936  | 89 252  |
| 55     | 2.02 76 121 | 76 434 | 76 747 | 77 060  | 77 373  | 77 686  | 77 999  | 55  | 2.03 89 252 | 89 567 | 89 883 | 90 198 | 90 514 | 90 830  | 91 145  |
| 56     | 77 999      | 78 312 | 78 625 | 78 938  | 79 251  | 79 564  | 79 877  | 56  | 91 145      | 91 461 | 91 777 | 92 092 | 92 408 | 92 724  | 93 039  |
| 57     | 79 877      | 80 190 | 80 503 | 80 816  | 81 129  | 81 442  | 81 755  | 57  | 93 039      | 93 355 | 93 671 | 93 986 | 94 302 | 94 618  | 94 934  |
| 58     | 81 755      | 82 068 | 82 381 | 82 694  | 83 007  | 83 321  | 83 634  | 58  | 94 934      | 95 249 | 95 565 | 95 881 | 96 197 | 96 512  | 96 828  |
| 59     | 83 634      | 83 947 | 84 260 | 84 573  | 84 886  | 85 199  | 85 512  | 59  | 96 828      | 97 144 | 97 460 | 97 775 | 98 091 | 98 407  | 98 723  |

|   | 310   | 311   | 312   | 313   | 314   | 315   | 316   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 31.0  | 31.1  | 31.2  | 31.3  | 31.4  | 31.5  | 31.6  | 1 |
| 2 | 62.0  | 62.2  | 62.4  | 62.6  | 62.8  | 63.0  | 63.2  | 2 |
| 3 | 93.0  | 93.3  | 93.6  | 93.9  | 94.2  | 94.5  | 94.8  | 3 |
| 4 | 124.0 | 124.4 | 124.8 | 125.2 | 125.6 | 126.0 | 126.4 | 4 |
| 5 | 155.0 | 155.5 | 156.0 | 156.5 | 157.0 | 157.5 | 158.0 | 5 |
| 6 | 186.0 | 186.6 | 187.2 | 187.8 | 188.4 | 189.0 | 189.6 | 6 |
| 7 | 217.0 | 217.7 | 218.4 | 219.1 | 219.8 | 220.5 | 221.2 | 7 |
| 8 | 248.0 | 248.8 | 249.6 | 250.4 | 251.2 | 252.0 | 252.8 | 8 |
| 9 | 279.0 | 279.9 | 280.8 | 281.7 | 282.6 | 283.5 | 284.4 | 9 |



## Tafel IV.

log M.

| 90°         |        |        |        |        |        |        |    | 91°         |        |        |        |        |        |        |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | n  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 2.03 98 723 | 99 039 | 99 355 | 99 670 | 99 986 | 80 302 | 80 618 | 0' | 2.05 12 926 | 13 244 | 13 563 | 13 882 | 14 200 | 14 519 | 14 838 |
| 2.04 00 618 | 00 934 | 01 250 | 01 566 | 01 882 | 02 197 | 02 513 | 1  | 14 838      | 15 157 | 15 475 | 15 794 | 16 113 | 16 431 | 16 750 |
| 02 513      | 02 829 | 03 145 | 03 461 | 03 777 | 04 093 | 04 409 | 2  | 16 750      | 17 069 | 17 388 | 17 707 | 18 025 | 18 344 | 18 663 |
| 04 409      | 04 725 | 05 041 | 05 357 | 05 673 | 05 989 | 06 305 | 3  | 18 663      | 18 982 | 19 301 | 19 619 | 19 938 | 20 257 | 20 576 |
| 06 305      | 06 621 | 06 937 | 07 253 | 07 569 | 07 885 | 08 201 | 4  | 20 576      | 20 895 | 21 214 | 21 532 | 21 851 | 22 170 | 22 489 |
| 2.04 08 201 | 08 517 | 08 833 | 09 149 | 09 466 | 09 782 | 10 098 | 5  | 2.05 22 489 | 22 808 | 23 127 | 23 446 | 23 765 | 24 084 | 24 403 |
| 10 098      | 10 414 | 10 730 | 11 046 | 11 362 | 11 678 | 11 994 | 6  | 24 403      | 24 722 | 25 041 | 25 360 | 25 678 | 25 997 | 26 316 |
| 11 994      | 12 311 | 12 627 | 12 943 | 13 259 | 13 575 | 13 892 | 7  | 26 316      | 26 635 | 26 954 | 27 273 | 27 593 | 27 912 | 28 231 |
| 13 892      | 14 208 | 14 524 | 14 840 | 15 156 | 15 473 | 15 789 | 8  | 28 231      | 28 550 | 28 869 | 29 188 | 29 507 | 29 826 | 30 145 |
| 15 789      | 16 105 | 16 421 | 16 738 | 17 054 | 17 370 | 17 686 | 9  | 30 145      | 30 464 | 30 783 | 31 102 | 31 421 | 31 741 | 32 060 |
| 2.04 17 686 | 18 003 | 18 319 | 18 635 | 18 952 | 19 268 | 19 584 | 10 | 2.05 32 060 | 32 379 | 32 698 | 33 017 | 33 336 | 33 656 | 33 975 |
| 19 584      | 19 901 | 20 217 | 20 533 | 20 850 | 21 166 | 21 482 | 11 | 33 975      | 34 294 | 34 613 | 34 932 | 35 252 | 35 571 | 35 890 |
| 21 482      | 21 799 | 22 115 | 22 432 | 22 748 | 23 064 | 23 381 | 12 | 35 890      | 36 209 | 36 529 | 36 848 | 37 167 | 37 486 | 37 806 |
| 23 381      | 23 697 | 24 014 | 24 330 | 24 647 | 24 963 | 25 280 | 13 | 37 806      | 38 125 | 38 444 | 38 763 | 39 083 | 39 402 | 39 721 |
| 25 280      | 25 596 | 25 913 | 26 229 | 26 546 | 26 862 | 27 179 | 14 | 39 721      | 40 041 | 40 360 | 40 680 | 40 999 | 41 318 | 41 638 |
| 2.04 27 179 | 27 495 | 27 812 | 28 128 | 28 445 | 28 761 | 29 078 | 15 | 2.05 41 638 | 41 957 | 42 276 | 42 596 | 42 915 | 43 235 | 43 554 |
| 29 078      | 29 394 | 29 711 | 30 028 | 30 344 | 30 661 | 30 977 | 16 | 43 554      | 43 874 | 44 193 | 44 512 | 44 832 | 45 151 | 45 471 |
| 30 977      | 31 294 | 31 611 | 31 927 | 32 244 | 32 561 | 32 877 | 17 | 45 471      | 45 790 | 46 110 | 46 429 | 46 749 | 47 068 | 47 388 |
| 32 877      | 33 194 | 33 511 | 33 827 | 34 144 | 34 461 | 34 777 | 18 | 47 388      | 47 707 | 48 027 | 48 347 | 48 666 | 48 986 | 49 305 |
| 34 777      | 35 094 | 35 411 | 35 727 | 36 044 | 36 361 | 36 678 | 19 | 49 305      | 49 625 | 49 944 | 50 264 | 50 584 | 50 903 | 51 223 |
| 2.04 36 678 | 36 994 | 37 311 | 37 628 | 37 945 | 38 262 | 38 578 | 20 | 2.05 51 223 | 51 543 | 51 862 | 52 182 | 52 502 | 52 821 | 53 141 |
| 38 578      | 38 895 | 39 212 | 39 529 | 39 846 | 40 162 | 40 479 | 21 | 53 141      | 53 461 | 53 780 | 54 100 | 54 420 | 54 739 | 55 059 |
| 40 479      | 40 796 | 41 113 | 41 430 | 41 747 | 42 064 | 42 381 | 22 | 55 059      | 55 379 | 55 699 | 56 018 | 56 338 | 56 658 | 56 978 |
| 42 381      | 42 697 | 43 014 | 43 331 | 43 648 | 43 965 | 44 282 | 23 | 56 978      | 57 297 | 57 617 | 57 937 | 58 257 | 58 577 | 58 896 |
| 44 282      | 44 599 | 44 916 | 45 233 | 45 550 | 45 867 | 46 184 | 24 | 58 896      | 59 216 | 59 536 | 59 856 | 60 176 | 60 496 | 60 816 |
| 2.04 46 184 | 46 501 | 46 818 | 47 135 | 47 452 | 47 769 | 48 086 | 25 | 2.05 60 816 | 61 135 | 61 455 | 61 775 | 62 095 | 62 415 | 62 735 |
| 48 086      | 48 403 | 48 720 | 49 037 | 49 354 | 49 671 | 49 988 | 26 | 62 735      | 63 055 | 63 375 | 63 695 | 64 015 | 64 335 | 64 655 |
| 49 988      | 50 305 | 50 622 | 50 940 | 51 257 | 51 574 | 51 891 | 27 | 64 655      | 64 975 | 65 295 | 65 615 | 65 935 | 66 255 | 66 575 |
| 51 891      | 52 208 | 52 525 | 52 842 | 53 160 | 53 477 | 53 794 | 28 | 66 575      | 66 895 | 67 215 | 67 535 | 67 855 | 68 175 | 68 495 |
| 53 794      | 54 111 | 54 428 | 54 745 | 55 063 | 55 380 | 55 697 | 29 | 68 495      | 68 815 | 69 135 | 69 455 | 69 775 | 70 096 | 70 416 |
| 2.04 55 697 | 56 014 | 56 332 | 56 649 | 56 966 | 57 283 | 57 601 | 30 | 2.05 70 416 | 70 736 | 71 056 | 71 376 | 71 696 | 72 016 | 72 337 |
| 57 601      | 57 918 | 58 235 | 58 552 | 58 870 | 59 187 | 59 504 | 31 | 72 337      | 72 657 | 72 977 | 73 297 | 73 617 | 73 938 | 74 258 |
| 59 504      | 59 822 | 60 139 | 60 456 | 60 774 | 61 091 | 61 408 | 32 | 74 258      | 74 578 | 74 898 | 75 218 | 75 539 | 75 859 | 76 179 |
| 61 408      | 61 726 | 62 043 | 62 360 | 62 678 | 62 995 | 63 313 | 33 | 76 179      | 76 500 | 76 820 | 77 140 | 77 460 | 77 781 | 78 101 |
| 63 313      | 63 630 | 63 948 | 64 265 | 64 582 | 64 900 | 65 217 | 34 | 78 101      | 78 421 | 78 742 | 79 062 | 79 382 | 79 703 | 80 023 |
| 2.04 65 217 | 65 535 | 65 852 | 66 170 | 66 487 | 66 805 | 67 122 | 35 | 2.05 80 023 | 80 344 | 80 664 | 80 984 | 81 305 | 81 625 | 81 946 |
| 67 122      | 67 440 | 67 757 | 68 075 | 68 392 | 68 710 | 69 027 | 36 | 81 946      | 82 266 | 82 586 | 82 907 | 83 227 | 83 548 | 83 868 |
| 69 027      | 69 345 | 69 663 | 69 980 | 70 298 | 70 615 | 70 933 | 37 | 83 868      | 84 189 | 84 509 | 84 830 | 85 150 | 85 471 | 85 791 |
| 70 933      | 71 250 | 71 568 | 71 886 | 72 203 | 72 521 | 72 839 | 38 | 85 791      | 86 112 | 86 432 | 86 753 | 87 073 | 87 394 | 87 715 |
| 72 839      | 73 156 | 73 474 | 73 792 | 74 109 | 74 427 | 74 745 | 39 | 87 715      | 88 035 | 88 356 | 88 676 | 88 997 | 89 318 | 89 638 |
| 2.04 74 745 | 75 062 | 75 380 | 75 698 | 76 016 | 76 333 | 76 651 | 40 | 2.05 89 638 | 89 959 | 90 279 | 90 600 | 90 921 | 91 241 | 91 562 |
| 76 651      | 76 969 | 77 287 | 77 604 | 77 922 | 78 240 | 78 558 | 41 | 91 562      | 91 883 | 92 203 | 92 524 | 92 845 | 93 166 | 93 486 |
| 78 558      | 78 875 | 79 193 | 79 511 | 79 829 | 80 147 | 80 465 | 42 | 93 486      | 93 807 | 94 128 | 94 448 | 94 769 | 95 090 | 95 411 |
| 80 465      | 80 782 | 81 100 | 81 418 | 81 736 | 82 054 | 82 372 | 43 | 95 411      | 95 732 | 96 052 | 96 373 | 96 694 | 97 015 | 97 336 |
| 82 372      | 82 690 | 83 007 | 83 325 | 83 643 | 83 961 | 84 279 | 44 | 97 336      | 97 656 | 97 977 | 98 298 | 98 619 | 98 940 | 99 261 |
| 2.04 84 279 | 84 597 | 84 915 | 85 233 | 85 551 | 85 869 | 86 187 | 45 | 2.05 99 261 | 99 582 | 99 902 | 80 223 | 80 544 | 80 865 | 81 186 |
| 86 187      | 86 505 | 86 823 | 87 141 | 87 459 | 87 777 | 88 095 | 46 | 2.06 01 186 | 01 507 | 01 828 | 02 149 | 02 470 | 02 791 | 03 112 |
| 88 095      | 88 413 | 88 731 | 89 049 | 89 367 | 89 685 | 90 003 | 47 | 03 112      | 03 433 | 03 754 | 04 075 | 04 396 | 04 717 | 05 038 |
| 90 003      | 90 321 | 90 639 | 90 958 | 91 276 | 91 594 | 91 912 | 48 | 05 038      | 05 359 | 05 680 | 06 001 | 06 322 | 06 643 | 06 964 |
| 91 912      | 92 230 | 92 548 | 92 866 | 93 184 | 93 503 | 93 821 | 49 | 06 964      | 07 285 | 07 606 | 07 927 | 08 248 | 08 570 | 08 891 |
| 2.04 93 821 | 94 139 | 94 457 | 94 775 | 95 094 | 95 412 | 95 730 | 50 | 2.06 08 891 | 09 212 | 09 533 | 09 854 | 10 175 | 10 496 | 10 818 |
| 95 730      | 96 048 | 96 366 | 96 685 | 97 003 | 97 321 | 97 640 | 51 | 10 818      | 11 139 | 11 460 | 11 781 | 12 102 | 12 424 | 12 745 |
| 97 640      | 97 958 | 98 276 | 98 594 | 98 913 | 99 231 | 99 549 | 52 | 12 745      | 13 066 | 13 387 | 13 708 | 14 030 | 14 351 | 14 672 |
| 99 549      | 99 868 | 80 186 | 80 504 | 80 823 | 81 141 | 81 459 | 53 | 14 672      | 14 994 | 15 315 | 15 636 | 15 957 | 16 279 | 16 600 |
| 2.05 01 459 | 01 778 | 02 096 | 02 414 | 02 733 | 03 051 | 03 370 | 54 | 16 600      | 16 921 | 17 243 | 17 564 | 17 885 | 18 207 | 18 528 |
| 2.05 03 370 | 03 688 | 04 007 | 04 325 | 04 643 | 04 962 | 05 280 | 55 | 2.06 18 528 | 18 850 | 19 171 | 19 492 | 19 814 | 20 135 | 20 457 |
| 05 280      | 05 599 | 05 917 | 06 236 | 06 554 | 06 873 | 07 191 | 56 | 20 457      | 20 778 | 21 100 | 21 421 | 21 742 | 22 064 | 22 385 |
| 07 191      | 07 510 | 07 828 | 08 147 | 08 465 | 08 784 | 09 102 | 57 | 22 385      | 22 707 | 23 028 | 23 350 | 23 671 | 23 993 | 24 314 |
| 09 102      | 09 421 | 09 740 | 10 058 | 10 377 | 10 695 | 11 014 | 58 | 24 314      | 24 636 | 24 957 | 25 279 | 25 601 | 25 922 | 26 244 |
| 11 014      | 11 333 | 11 651 | 11 970 | 12 288 | 12 607 | 12 926 | 59 | 26 244      | 26 565 | 26 887 | 27 209 | 27 530 | 27 852 | 28 173 |

|   | 315   | 316   | 317   | 318   | 319   | 320   | 321   | 322   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 31.5  | 31.6  | 31.7  | 31.8  | 31.9  | 32.0  | 32.1  | 32.2  | 1 |
| 2 | 63.0  | 63.2  | 63.4  | 63.6  | 63.8  | 64.0  | 64.2  | 64.4  | 2 |
| 3 | 94.5  | 94.8  | 95.1  | 95.4  | 95.7  | 96.0  | 96.3  | 96.6  | 3 |
| 4 | 126.0 | 126.4 | 126.8 | 127.2 | 127.6 | 128.0 | 128.4 | 128.8 | 4 |
| 5 | 157.5 | 158.0 | 158.5 | 159.0 | 159.5 | 160.0 | 160.5 | 161.0 | 5 |
| 6 | 189.0 | 189.6 | 190.2 | 190.8 | 191.4 | 192.0 | 192.6 | 193.2 | 6 |
| 7 | 220.5 | 221.2 | 221.9 | 222.6 | 223.3 | 224.0 | 224.7 | 225.4 | 7 |
| 8 | 252.0 | 252.8 | 253.6 | 254.4 | 255.2 | 256.0 | 256.8 | 257.6 | 8 |
| 9 | 283.5 | 284.4 | 285.3 | 286.2 | 287.1 | 288.0 | 288.9 | 289.9 | 9 |

## Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |     |             |        |        |         |         |         |         |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 92°    |             |         |         |         |         |         |         | 93° |             |        |        |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.06 28 173 | 28 495  | 28 817  | 29 138  | 29 460  | 29 782  | 30 103  | 0   | 2.07 44 519 | 44 844 | 45 169 | 45 494  | 45 819  | 46 143  | 46 468  |
| 1      | 30 103      | 30 425  | 30 747  | 31 068  | 31 390  | 31 712  | 32 034  | 1   | 46 468      | 46 793 | 47 118 | 47 443  | 47 767  | 48 092  | 48 417  |
| 2      | 32 034      | 32 355  | 32 677  | 32 999  | 33 321  | 33 642  | 33 964  | 2   | 48 417      | 48 742 | 49 067 | 49 392  | 49 717  | 50 042  | 50 367  |
| 3      | 33 964      | 34 286  | 34 608  | 34 930  | 35 251  | 35 573  | 35 895  | 3   | 50 367      | 50 691 | 51 016 | 51 341  | 51 666  | 51 991  | 52 316  |
| 4      | 35 895      | 36 217  | 36 539  | 36 861  | 37 182  | 37 504  | 37 826  | 4   | 52 316      | 52 641 | 52 966 | 53 291  | 53 616  | 53 941  | 54 266  |
| 5      | 2.06 37 826 | 38 148  | 38 470  | 38 792  | 39 114  | 39 436  | 39 758  | 5   | 2.07 54 266 | 54 591 | 54 916 | 55 241  | 55 566  | 55 891  | 56 217  |
| 6      | 39 758      | 40 080  | 40 402  | 40 724  | 41 045  | 41 367  | 41 689  | 6   | 56 217      | 56 542 | 56 867 | 57 192  | 57 517  | 57 842  | 58 167  |
| 7      | 41 689      | 42 011  | 42 333  | 42 655  | 42 977  | 43 300  | 43 622  | 7   | 58 167      | 58 492 | 58 817 | 59 143  | 59 468  | 59 793  | 60 118  |
| 8      | 43 622      | 43 944  | 44 266  | 44 588  | 44 910  | 45 232  | 45 554  | 8   | 60 118      | 60 443 | 60 769 | 61 094  | 61 419  | 61 744  | 62 069  |
| 9      | 45 554      | 45 876  | 46 198  | 46 520  | 46 842  | 47 165  | 47 487  | 9   | 62 069      | 62 395 | 62 720 | 63 045  | 63 371  | 63 696  | 64 021  |
| 10     | 2.06 47 487 | 47 809  | 48 131  | 48 453  | 48 775  | 49 097  | 49 420  | 10  | 2.07 64 021 | 64 346 | 64 672 | 64 997  | 65 322  | 65 648  | 65 973  |
| 11     | 49 420      | 49 742  | 50 064  | 50 386  | 50 709  | 51 031  | 51 353  | 11  | 65 973      | 66 298 | 66 624 | 66 949  | 67 274  | 67 600  | 67 925  |
| 12     | 51 353      | 51 675  | 51 997  | 52 320  | 52 642  | 52 964  | 53 287  | 12  | 67 925      | 68 251 | 68 576 | 68 902  | 69 227  | 69 552  | 69 878  |
| 13     | 53 287      | 53 609  | 53 931  | 54 254  | 54 576  | 54 898  | 55 221  | 13  | 69 878      | 70 203 | 70 529 | 70 854  | 71 180  | 71 505  | 71 831  |
| 14     | 55 221      | 55 543  | 55 865  | 56 188  | 56 510  | 56 832  | 57 155  | 14  | 71 831      | 72 156 | 72 482 | 72 807  | 73 133  | 73 458  | 73 784  |
| 15     | 2.06 57 155 | 57 477  | 57 800  | 58 122  | 58 444  | 58 767  | 59 089  | 15  | 2.07 73 784 | 74 110 | 74 435 | 74 761  | 75 086  | 75 412  | 75 738  |
| 16     | 59 089      | 59 412  | 59 734  | 60 057  | 60 379  | 60 702  | 61 024  | 16  | 75 738      | 76 063 | 76 389 | 76 714  | 77 040  | 77 366  | 77 691  |
| 17     | 61 024      | 61 347  | 61 669  | 61 992  | 62 314  | 62 637  | 62 959  | 17  | 77 691      | 78 017 | 78 343 | 78 668  | 78 994  | 79 320  | 79 646  |
| 18     | 62 959      | 63 282  | 63 605  | 63 927  | 64 250  | 64 572  | 64 895  | 18  | 79 646      | 79 971 | 80 297 | 80 623  | 80 949  | 81 274  | 81 600  |
| 19     | 64 895      | 65 217  | 65 540  | 65 863  | 66 185  | 66 508  | 66 831  | 19  | 81 600      | 81 926 | 82 252 | 82 578  | 82 903  | 83 229  | 83 555  |
| 20     | 2.06 66 831 | 67 153  | 67 476  | 67 799  | 68 121  | 68 444  | 68 767  | 20  | 2.07 83 555 | 83 881 | 84 207 | 84 533  | 84 858  | 85 184  | 85 510  |
| 21     | 68 767      | 69 089  | 69 412  | 69 735  | 70 058  | 70 380  | 70 703  | 21  | 85 510      | 85 836 | 86 162 | 86 488  | 86 814  | 87 140  | 87 466  |
| 22     | 70 703      | 71 026  | 71 349  | 71 672  | 71 994  | 72 317  | 72 640  | 22  | 87 466      | 87 792 | 88 118 | 88 444  | 88 770  | 89 096  | 89 422  |
| 23     | 72 640      | 72 963  | 73 286  | 73 608  | 73 931  | 74 254  | 74 577  | 23  | 89 422      | 89 748 | 90 074 | 90 400  | 90 726  | 91 052  | 91 378  |
| 24     | 74 577      | 74 900  | 75 223  | 75 546  | 75 868  | 76 191  | 76 514  | 24  | 91 378      | 91 704 | 92 030 | 92 356  | 92 682  | 93 008  | 93 334  |
| 25     | 2.06 76 514 | 76 837  | 77 160  | 77 483  | 77 806  | 78 129  | 78 452  | 25  | 2.07 93 334 | 93 660 | 93 986 | 94 313  | 94 639  | 94 965  | 95 291  |
| 26     | 78 452      | 78 775  | 79 098  | 79 421  | 79 744  | 80 067  | 80 390  | 26  | 95 291      | 95 617 | 95 943 | 96 269  | 96 596  | 96 922  | 97 248  |
| 27     | 80 390      | 80 713  | 81 036  | 81 359  | 81 682  | 82 005  | 82 328  | 27  | 97 248      | 97 574 | 97 901 | 98 227  | 98 553  | 98 879  | 99 206  |
| 28     | 82 328      | 82 651  | 82 974  | 83 297  | 83 621  | 83 944  | 84 267  | 28  | 99 206      | 99 532 | 99 858 | 100 184 | 100 511 | 100 837 | 101 163 |
| 29     | 84 267      | 84 590  | 84 913  | 85 236  | 85 559  | 85 883  | 86 206  | 29  | 2.08 01 163 | 01 490 | 01 816 | 02 142  | 02 469  | 02 795  | 03 121  |
| 30     | 2.06 86 206 | 86 529  | 86 852  | 87 175  | 87 498  | 87 822  | 88 145  | 30  | 2.08 03 121 | 03 448 | 03 774 | 04 101  | 04 427  | 04 753  | 05 080  |
| 31     | 88 145      | 88 468  | 88 791  | 89 115  | 89 438  | 89 761  | 90 084  | 31  | 05 080      | 05 406 | 05 733 | 06 059  | 06 386  | 06 712  | 07 039  |
| 32     | 90 084      | 90 408  | 90 731  | 91 054  | 91 378  | 91 701  | 92 024  | 32  | 07 039      | 07 365 | 07 692 | 08 018  | 08 345  | 08 671  | 08 998  |
| 33     | 92 024      | 92 348  | 92 671  | 92 994  | 93 318  | 93 641  | 93 964  | 33  | 08 998      | 09 324 | 09 651 | 09 977  | 10 304  | 10 631  | 10 957  |
| 34     | 93 964      | 94 288  | 94 611  | 94 935  | 95 258  | 95 582  | 95 905  | 34  | 10 957      | 11 284 | 11 610 | 11 937  | 12 264  | 12 590  | 12 917  |
| 35     | 2.06 95 905 | 96 228  | 96 552  | 96 875  | 97 199  | 97 522  | 97 846  | 35  | 2.08 12 917 | 13 244 | 13 570 | 13 897  | 14 224  | 14 550  | 14 877  |
| 36     | 97 846      | 98 169  | 98 493  | 98 816  | 99 140  | 99 463  | 99 787  | 36  | 14 877      | 15 204 | 15 531 | 15 857  | 16 184  | 16 511  | 16 838  |
| 37     | 99 787      | 100 110 | 100 434 | 100 757 | 101 081 | 101 405 | 101 728 | 37  | 16 838      | 17 164 | 17 491 | 17 818  | 18 145  | 18 471  | 18 798  |
| 38     | 2.07 01 728 | 02 052  | 02 375  | 02 699  | 03 023  | 03 346  | 03 670  | 38  | 18 798      | 19 125 | 19 452 | 19 779  | 20 106  | 20 432  | 20 759  |
| 39     | 03 670      | 03 994  | 04 317  | 04 641  | 04 965  | 05 288  | 05 612  | 39  | 20 759      | 21 086 | 21 413 | 21 740  | 22 067  | 22 394  | 22 721  |
| 40     | 2.07 05 612 | 05 936  | 06 259  | 06 583  | 06 907  | 07 231  | 07 554  | 40  | 2.08 22 721 | 23 048 | 23 375 | 23 702  | 24 029  | 24 356  | 24 682  |
| 41     | 07 554      | 07 878  | 08 202  | 08 526  | 08 849  | 09 173  | 09 497  | 41  | 24 682      | 25 009 | 25 336 | 25 663  | 25 991  | 26 318  | 26 645  |
| 42     | 09 497      | 09 821  | 10 145  | 10 469  | 10 792  | 11 116  | 11 440  | 42  | 26 645      | 26 972 | 27 299 | 27 626  | 27 953  | 28 280  | 28 607  |
| 43     | 11 440      | 11 764  | 12 088  | 12 412  | 12 736  | 13 059  | 13 383  | 43  | 28 607      | 28 934 | 29 261 | 29 588  | 29 915  | 30 243  | 30 570  |
| 44     | 13 383      | 13 707  | 14 031  | 14 355  | 14 679  | 15 003  | 15 327  | 44  | 30 570      | 30 897 | 31 224 | 31 551  | 31 878  | 32 206  | 32 533  |
| 45     | 2.07 15 327 | 15 651  | 15 975  | 16 299  | 16 623  | 16 947  | 17 271  | 45  | 2.08 32 533 | 32 860 | 33 187 | 33 514  | 33 842  | 34 169  | 34 496  |
| 46     | 17 271      | 17 595  | 17 919  | 18 243  | 18 567  | 18 891  | 19 215  | 46  | 34 496      | 34 823 | 35 151 | 35 478  | 35 805  | 36 133  | 36 460  |
| 47     | 19 215      | 19 539  | 19 863  | 20 187  | 20 512  | 20 836  | 21 160  | 47  | 36 460      | 36 787 | 37 115 | 37 442  | 37 769  | 38 097  | 38 424  |
| 48     | 21 160      | 21 484  | 21 808  | 22 132  | 22 456  | 22 780  | 23 105  | 48  | 38 424      | 38 751 | 39 079 | 39 406  | 39 734  | 40 061  | 40 388  |
| 49     | 23 105      | 23 429  | 23 753  | 24 077  | 24 401  | 24 726  | 25 050  | 49  | 40 388      | 40 716 | 41 043 | 41 371  | 41 698  | 42 026  | 42 353  |
| 50     | 2.07 25 050 | 25 374  | 25 698  | 26 023  | 26 347  | 26 671  | 26 995  | 50  | 2.08 42 353 | 42 681 | 43 008 | 43 336  | 43 663  | 43 991  | 44 318  |
| 51     | 26 995      | 27 320  | 27 644  | 27 968  | 28 293  | 28 617  | 28 941  | 51  | 44 318      | 44 646 | 44 973 | 45 301  | 45 628  | 45 956  | 46 284  |
| 52     | 28 941      | 29 266  | 29 590  | 29 914  | 30 239  | 30 563  | 30 887  | 52  | 46 284      | 46 611 | 46 939 | 47 266  | 47 594  | 47 922  | 48 249  |
| 53     | 30 887      | 31 212  | 31 536  | 31 861  | 32 185  | 32 509  | 32 834  | 53  | 48 249      | 48 577 | 48 905 | 49 232  | 49 560  | 49 888  | 50 215  |
| 54     | 32 834      | 33 158  | 33 483  | 33 807  | 34 132  | 34 456  | 34 781  | 54  | 50 215      | 50 543 | 50 871 | 51 199  | 51 526  | 51 854  | 52 182  |
| 55     | 2.07 34 781 | 35 105  | 35 430  | 35 754  | 36 079  | 36 403  | 36 728  | 55  | 2.08 52 182 | 52 510 | 52 837 | 53 165  | 53 493  | 53 821  | 54 149  |
| 56     | 36 728      | 37 052  | 37 377  | 37 701  | 38 026  | 38 351  | 38 675  | 56  | 54 149      | 54 476 | 54 804 | 55 132  | 55 460  | 55 788  | 56 116  |
| 57     | 38 675      | 39 000  | 39 324  | 39 649  | 39 974  | 40 298  | 40 623  | 57  | 56 116      | 56 443 | 56 771 | 57 099  | 57 427  | 57 755  | 58 083  |
| 58     | 40 623      | 40 948  | 41 272  | 41 597  | 41 922  | 42 246  | 42 571  | 58  | 58 083      | 58 411 | 58 739 | 59 067  | 59 395  | 59 723  | 60 051  |
| 59     | 42 571      | 42 896  | 43 220  | 43 545  | 43 870  | 44 195  | 44 519  | 59  | 60 051      | 60 379 | 60 707 | 61 035  | 61 363  | 61 691  | 62 019  |

|   | 321   | 322   | 323   | 324   | 325   | 326   | 327   | 328   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 32.1  | 32.2  | 32.3  | 32.4  | 32.5  | 32.6  | 32.7  | 32.8  | 1 |
| 2 | 64.2  | 64.4  | 64.6  | 64.8  | 65.0  | 65.2  | 65.4  | 65.6  | 2 |
| 3 | 96.3  | 96.6  | 96.9  | 97.2  | 97.5  | 97.8  | 98.1  | 98.4  | 3 |
| 4 | 128.4 | 128.8 | 129.2 | 129.6 | 130.0 | 130.4 | 130.8 | 131.2 | 4 |
| 5 | 160.5 | 161.0 | 161.5 | 162.0 | 162.5 | 163.0 | 163.5 | 164.0 | 5 |
| 6 | 192.6 | 193.2 | 193.8 | 194.4 | 195.0 | 195.6 | 196.2 | 196.8 | 6 |
| 7 | 224.7 | 225.4 | 226.1 | 226.8 | 227.5 | 228.2 | 228.9 | 229.6 | 7 |
| 8 | 256.8 | 257.6 | 258.4 | 259.2 | 260.0 | 260.8 | 261.6 | 262.4 | 8 |
| 9 | 288.9 | 289.8 | 290.7 | 291.6 | 292.5 | 293.4 | 294.3 | 295.2 | 9 |

Tafel IV.

log *M*.

| 94°         |        |         |         |         |         |         |    | 95°         |        |        |        |         |         |         |
|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | r  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     |
| 2.08 62 019 | 62 347 | 62 675  | 63 003  | 63 331  | 63 659  | 63 987  | 0' | 2.09 80 728 | 81 059 | 81 391 | 81 722 | 82 054  | 82 385  | 82 717  |
| 63 987      | 64 315 | 64 643  | 64 972  | 65 300  | 65 628  | 65 956  | 1  | 82 717      | 83 048 | 83 380 | 83 711 | 84 043  | 84 374  | 84 706  |
| 65 956      | 66 284 | 66 612  | 66 940  | 67 269  | 67 597  | 67 925  | 2  | 84 706      | 85 038 | 85 369 | 85 701 | 86 033  | 86 364  | 86 696  |
| 67 925      | 68 253 | 68 581  | 68 910  | 69 238  | 69 566  | 69 894  | 3  | 86 696      | 87 027 | 87 359 | 87 691 | 88 023  | 88 354  | 88 686  |
| 69 894      | 70 223 | 70 551  | 70 879  | 71 208  | 71 536  | 71 864  | 4  | 88 686      | 89 018 | 89 349 | 89 681 | 90 013  | 90 345  | 90 676  |
| 2.08 71 864 | 72 193 | 72 521  | 72 849  | 73 178  | 73 506  | 73 834  | 5  | 2.09 90 676 | 91 008 | 91 340 | 91 672 | 92 004  | 92 335  | 92 667  |
| 73 834      | 74 163 | 74 491  | 74 819  | 75 148  | 75 476  | 75 805  | 6  | 92 667      | 92 999 | 93 331 | 93 663 | 93 995  | 94 326  | 94 658  |
| 75 805      | 76 133 | 76 462  | 76 790  | 77 119  | 77 447  | 77 776  | 7  | 94 658      | 94 990 | 95 322 | 95 654 | 95 986  | 96 318  | 96 650  |
| 77 776      | 78 104 | 78 433  | 78 761  | 79 090  | 79 418  | 79 747  | 8  | 96 650      | 96 982 | 97 314 | 97 646 | 97 978  | 98 310  | 98 642  |
| 79 747      | 80 075 | 80 404  | 80 732  | 81 061  | 81 389  | 81 718  | 9  | 98 642      | 98 974 | 99 306 | 99 638 | 99 970  | 100 302 | 100 634 |
| 2.08 81 718 | 82 047 | 82 375  | 82 704  | 83 033  | 83 361  | 83 690  | 10 | 2.10 00 634 | 00 966 | 01 298 | 01 630 | 01 962  | 02 294  | 02 627  |
| 83 690      | 84 019 | 84 347  | 84 676  | 85 005  | 85 333  | 85 662  | 11 | 02 627      | 02 959 | 03 291 | 03 623 | 03 955  | 04 287  | 04 620  |
| 85 662      | 85 991 | 86 319  | 86 648  | 86 977  | 87 306  | 87 634  | 12 | 04 620      | 04 952 | 05 284 | 05 616 | 05 948  | 06 281  | 06 613  |
| 87 634      | 87 963 | 88 292  | 88 621  | 88 950  | 89 278  | 89 607  | 13 | 06 613      | 06 945 | 07 277 | 07 610 | 07 942  | 08 274  | 08 606  |
| 89 607      | 89 936 | 90 265  | 90 594  | 90 923  | 91 251  | 91 580  | 14 | 08 606      | 08 939 | 09 271 | 09 603 | 09 936  | 10 268  | 10 600  |
| 2.08 91 580 | 91 909 | 92 238  | 92 567  | 92 896  | 93 225  | 93 554  | 15 | 2.10 10 600 | 10 933 | 11 265 | 11 598 | 11 930  | 12 262  | 12 595  |
| 93 554      | 93 883 | 94 212  | 94 541  | 94 870  | 95 199  | 95 528  | 16 | 12 595      | 12 927 | 13 260 | 13 592 | 13 925  | 14 257  | 14 590  |
| 95 528      | 95 857 | 96 186  | 96 515  | 96 844  | 97 173  | 97 502  | 17 | 14 590      | 14 922 | 15 255 | 15 587 | 15 920  | 16 252  | 16 585  |
| 97 502      | 97 831 | 98 160  | 98 489  | 98 818  | 99 147  | 99 476  | 18 | 16 585      | 16 917 | 17 250 | 17 582 | 17 915  | 18 247  | 18 580  |
| 99 476      | 99 805 | 100 135 | 100 464 | 100 793 | 101 122 | 101 451 | 19 | 18 580      | 18 913 | 19 245 | 19 578 | 19 911  | 20 243  | 20 576  |
| 2.09 01 451 | 01 780 | 02 110  | 02 439  | 02 768  | 03 097  | 03 426  | 20 | 2.10 20 576 | 20 909 | 21 241 | 21 574 | 21 907  | 22 239  | 22 572  |
| 03 426      | 03 756 | 04 085  | 04 414  | 04 743  | 05 073  | 05 402  | 21 | 22 572      | 22 905 | 23 237 | 23 570 | 23 903  | 24 236  | 24 569  |
| 05 402      | 05 731 | 06 060  | 06 390  | 06 719  | 07 048  | 07 378  | 22 | 24 569      | 24 901 | 25 234 | 25 567 | 25 900  | 26 233  | 26 566  |
| 07 378      | 07 707 | 08 036  | 08 366  | 08 695  | 09 025  | 09 354  | 23 | 26 565      | 26 898 | 27 231 | 27 564 | 27 897  | 28 230  | 28 563  |
| 09 354      | 09 683 | 10 013  | 10 342  | 10 672  | 11 001  | 11 331  | 24 | 28 563      | 28 896 | 29 228 | 29 561 | 29 894  | 30 227  | 30 560  |
| 2.09 11 331 | 11 660 | 11 989  | 12 319  | 12 648  | 12 978  | 13 307  | 25 | 2.10 30 560 | 30 893 | 31 226 | 31 559 | 31 892  | 32 225  | 32 558  |
| 13 307      | 13 637 | 13 966  | 14 296  | 14 626  | 14 955  | 15 285  | 26 | 32 558      | 32 891 | 33 224 | 33 557 | 33 890  | 34 223  | 34 556  |
| 15 285      | 15 614 | 15 944  | 16 273  | 16 603  | 16 933  | 17 262  | 27 | 34 556      | 34 890 | 35 223 | 35 556 | 35 889  | 36 222  | 36 555  |
| 17 262      | 17 592 | 17 922  | 18 251  | 18 581  | 18 910  | 19 240  | 28 | 36 555      | 36 888 | 37 221 | 37 555 | 37 888  | 38 221  | 38 554  |
| 19 240      | 19 570 | 19 900  | 20 229  | 20 559  | 20 889  | 21 218  | 29 | 38 554      | 38 887 | 39 221 | 39 554 | 39 887  | 40 220  | 40 553  |
| 2.09 21 218 | 21 548 | 21 878  | 22 208  | 22 537  | 22 867  | 23 197  | 30 | 2.10 40 553 | 40 887 | 41 220 | 41 553 | 41 887  | 42 220  | 42 553  |
| 23 197      | 23 527 | 23 857  | 24 186  | 24 516  | 24 846  | 25 176  | 31 | 42 553      | 42 887 | 43 220 | 43 553 | 43 887  | 44 220  | 44 553  |
| 25 176      | 25 506 | 25 836  | 26 166  | 26 496  | 26 825  | 27 155  | 32 | 44 553      | 44 887 | 45 220 | 45 553 | 45 887  | 46 220  | 46 554  |
| 27 155      | 27 485 | 27 815  | 28 145  | 28 475  | 28 805  | 29 135  | 33 | 46 554      | 46 887 | 47 221 | 47 554 | 47 888  | 48 221  | 48 555  |
| 29 135      | 29 465 | 29 795  | 30 125  | 30 455  | 30 785  | 31 115  | 34 | 48 555      | 48 888 | 49 222 | 49 555 | 49 889  | 50 222  | 50 556  |
| 2.09 31 115 | 31 445 | 31 775  | 32 105  | 32 435  | 32 765  | 33 095  | 35 | 2.10 50 556 | 50 889 | 51 223 | 51 556 | 51 890  | 52 224  | 52 557  |
| 33 095      | 33 425 | 33 755  | 34 086  | 34 416  | 34 746  | 35 076  | 36 | 52 557      | 52 891 | 53 225 | 53 558 | 53 892  | 54 226  | 54 559  |
| 35 076      | 35 406 | 35 736  | 36 066  | 36 397  | 36 727  | 37 057  | 37 | 54 559      | 54 893 | 55 227 | 55 560 | 55 894  | 56 228  | 56 561  |
| 37 057      | 37 387 | 37 717  | 38 048  | 38 378  | 38 708  | 39 038  | 38 | 56 561      | 56 895 | 57 229 | 57 563 | 57 897  | 58 230  | 58 564  |
| 39 038      | 39 369 | 39 699  | 40 029  | 40 359  | 40 690  | 41 020  | 39 | 58 564      | 58 898 | 59 232 | 59 566 | 59 899  | 60 233  | 60 567  |
| 2.09 41 020 | 41 350 | 41 681  | 42 011  | 42 341  | 42 672  | 43 002  | 40 | 2.10 60 567 | 60 901 | 61 235 | 61 569 | 61 903  | 62 237  | 62 570  |
| 43 002      | 43 333 | 43 663  | 43 993  | 44 324  | 44 654  | 44 985  | 41 | 62 570      | 62 904 | 63 238 | 63 572 | 63 906  | 64 240  | 64 574  |
| 44 985      | 45 315 | 45 645  | 45 976  | 46 306  | 46 637  | 46 967  | 42 | 64 574      | 64 908 | 65 242 | 65 576 | 65 910  | 66 244  | 66 578  |
| 46 967      | 47 298 | 47 628  | 47 959  | 48 289  | 48 620  | 48 950  | 43 | 66 578      | 66 912 | 67 246 | 67 580 | 67 914  | 68 249  | 68 583  |
| 48 950      | 49 281 | 49 612  | 49 942  | 50 273  | 50 603  | 50 934  | 44 | 68 583      | 68 917 | 69 251 | 69 585 | 69 919  | 70 253  | 70 587  |
| 2.09 50 934 | 51 264 | 51 595  | 51 926  | 52 256  | 52 587  | 52 918  | 45 | 2.10 70 587 | 70 922 | 71 256 | 71 590 | 71 924  | 72 258  | 72 593  |
| 52 918      | 53 248 | 53 579  | 53 910  | 54 240  | 54 571  | 54 902  | 46 | 72 593      | 72 927 | 73 261 | 73 595 | 73 930  | 74 264  | 74 598  |
| 54 902      | 55 233 | 55 563  | 55 894  | 56 225  | 56 556  | 56 886  | 47 | 74 598      | 74 932 | 75 267 | 75 601 | 75 935  | 76 270  | 76 604  |
| 56 886      | 57 217 | 57 548  | 57 879  | 58 210  | 58 540  | 58 871  | 48 | 76 604      | 76 938 | 77 273 | 77 607 | 77 942  | 78 276  | 78 610  |
| 58 871      | 59 202 | 59 533  | 59 864  | 60 195  | 60 525  | 60 856  | 49 | 78 610      | 78 945 | 79 279 | 79 614 | 79 948  | 80 283  | 80 617  |
| 2.09 60 856 | 61 187 | 61 518  | 61 849  | 62 180  | 62 511  | 62 842  | 50 | 2.10 80 617 | 80 951 | 81 286 | 81 620 | 81 955  | 82 289  | 82 624  |
| 62 842      | 63 173 | 63 504  | 63 835  | 64 166  | 64 497  | 64 828  | 51 | 82 624      | 82 958 | 83 293 | 83 628 | 83 962  | 84 297  | 84 631  |
| 64 828      | 65 159 | 65 490  | 65 821  | 66 152  | 66 483  | 66 814  | 52 | 84 631      | 84 966 | 85 301 | 85 635 | 85 970  | 86 304  | 86 639  |
| 66 814      | 67 145 | 67 476  | 67 807  | 68 138  | 68 470  | 68 801  | 53 | 86 639      | 86 974 | 87 308 | 87 643 | 87 978  | 88 312  | 88 647  |
| 68 801      | 69 132 | 69 463  | 69 794  | 70 125  | 70 456  | 70 788  | 54 | 88 647      | 88 982 | 89 317 | 89 651 | 89 986  | 90 321  | 90 656  |
| 2.09 70 788 | 71 119 | 71 450  | 71 781  | 72 112  | 72 444  | 72 775  | 55 | 2.10 90 656 | 90 990 | 91 325 | 91 660 | 91 995  | 92 330  | 92 664  |
| 72 775      | 73 106 | 73 437  | 73 769  | 74 100  | 74 431  | 74 763  | 56 | 92 664      | 92 999 | 93 334 | 93 669 | 94 004  | 94 339  | 94 674  |
| 74 763      | 75 094 | 75 425  | 75 757  | 76 088  | 76 419  | 76 751  | 57 | 94 674      | 95 009 | 95 343 | 95 678 | 96 013  | 96 348  | 96 683  |
| 76 751      | 77 082 | 77 413  | 77 745  | 78 076  | 78 407  | 78 739  | 58 | 96 683      | 97 018 | 97 353 | 97 688 | 98 023  | 98 358  | 98 693  |
| 78 739      | 79 070 | 79 402  | 79 733  | 80 065  | 80 396  | 80 728  | 59 | 98 693      | 99 028 | 99 363 | 99 698 | 100 033 | 100 368 | 100 703 |

|   | 328   | 329   | 330   | 331   | 332   | 333   | 334   | 335   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 32.8  | 32.9  | 33.0  | 33.1  | 33.2  | 33.3  | 33.4  | 33.5  | 1 |
| 2 | 65.6  | 65.8  | 66.0  | 66.2  | 66.4  | 66.6  | 66.8  | 67.0  | 2 |
| 3 | 98.4  | 98.7  | 99.0  | 99.3  | 99.6  | 99.9  | 100.2 | 100.5 | 3 |
| 4 | 131.2 | 131.6 | 132.0 | 132.4 | 132.8 | 133.2 | 133.6 | 134.0 | 4 |
| 5 | 164.0 | 164.5 | 165.0 | 165.5 | 166.0 | 166.5 | 167.0 | 167.5 | 5 |
| 6 | 196.8 | 197.4 | 198.0 | 198.6 | 199.2 | 199.8 | 200.4 | 201.0 | 6 |
| 7 | 229.6 | 230.3 | 231.0 | 231.7 | 232.4 | 233.1 | 233.8 | 234.5 | 7 |
| 8 | 262.4 | 263.2 | 264.0 | 264.8 | 265.6 | 266.4 | 267.2 | 268.0 | 8 |
| 9 | 295.2 | 296.1 | 297.0 | 297.9 | 298.8 | 299.7 | 300.6 | 301.5 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |     |             |        |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 96°    |             |         |         |         |         |         |         | 97° |             |        |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v   | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.11 00 703 | 01 038  | 01 374  | 01 709  | 02 044  | 02 379  | 02 714  | 0   | 2.12 22 005 | 22 344 | 22 683  | 23 022  | 23 361  | 23 700  | 24 039  |
| 1      | 02 714      | 03 049  | 03 384  | 03 720  | 04 055  | 04 390  | 04 725  | 1   | 24 039      | 24 377 | 24 716  | 25 055  | 25 394  | 25 733  | 26 072  |
| 2      | 04 725      | 05 060  | 05 396  | 05 731  | 06 066  | 06 401  | 06 737  | 2   | 26 072      | 26 411 | 26 750  | 27 089  | 27 428  | 27 767  | 28 106  |
| 3      | 06 737      | 07 072  | 07 407  | 07 742  | 08 078  | 08 413  | 08 748  | 3   | 28 106      | 28 445 | 28 784  | 29 123  | 29 463  | 29 802  | 30 141  |
| 4      | 08 748      | 09 084  | 09 419  | 09 754  | 10 090  | 10 425  | 10 760  | 4   | 30 141      | 30 480 | 30 819  | 31 158  | 31 497  | 31 836  | 32 176  |
| 5      | 2.11 10 760 | 11 096  | 11 431  | 11 767  | 12 102  | 12 437  | 12 773  | 5   | 2.12 32 176 | 32 515 | 32 854  | 33 193  | 33 532  | 33 872  | 34 211  |
| 6      | 12 773      | 13 108  | 13 444  | 13 779  | 14 115  | 14 450  | 14 786  | 6   | 34 211      | 34 550 | 34 889  | 35 228  | 35 568  | 35 907  | 36 246  |
| 7      | 14 786      | 15 121  | 15 457  | 15 792  | 16 128  | 16 464  | 16 799  | 7   | 36 246      | 36 586 | 36 925  | 37 264  | 37 604  | 37 943  | 38 282  |
| 8      | 16 799      | 17 135  | 17 470  | 17 806  | 18 141  | 18 477  | 18 813  | 8   | 38 282      | 38 622 | 38 961  | 39 300  | 39 640  | 39 979  | 40 319  |
| 9      | 18 813      | 19 148  | 19 484  | 19 820  | 20 155  | 20 491  | 20 827  | 9   | 40 319      | 40 658 | 40 998  | 41 337  | 41 676  | 42 016  | 42 355  |
| 10     | 2.11 20 827 | 21 162  | 21 498  | 21 834  | 22 170  | 22 505  | 22 841  | 10  | 2.12 42 355 | 42 695 | 43 034  | 43 374  | 43 713  | 44 053  | 44 393  |
| 11     | 22 841      | 23 177  | 23 513  | 23 848  | 24 184  | 24 520  | 24 856  | 11  | 44 393      | 44 732 | 45 072  | 45 411  | 45 751  | 46 091  | 46 430  |
| 12     | 24 856      | 25 192  | 25 527  | 25 863  | 26 199  | 26 535  | 26 871  | 12  | 46 430      | 46 770 | 47 109  | 47 449  | 47 789  | 48 128  | 48 468  |
| 13     | 26 871      | 27 207  | 27 543  | 27 879  | 28 215  | 28 550  | 28 886  | 13  | 48 468      | 48 808 | 49 147  | 49 487  | 49 827  | 50 167  | 50 506  |
| 14     | 28 886      | 29 222  | 29 558  | 29 894  | 30 230  | 30 566  | 30 902  | 14  | 50 506      | 50 846 | 51 186  | 51 526  | 51 865  | 52 205  | 52 545  |
| 15     | 2.11 30 902 | 31 238  | 31 574  | 31 910  | 32 246  | 32 582  | 32 918  | 15  | 2.12 52 545 | 52 885 | 53 225  | 53 565  | 53 904  | 54 244  | 54 584  |
| 16     | 32 918      | 33 255  | 33 591  | 33 927  | 34 263  | 34 599  | 34 935  | 16  | 54 584      | 54 924 | 55 264  | 55 604  | 55 944  | 56 284  | 56 624  |
| 17     | 34 935      | 35 271  | 35 607  | 35 943  | 36 280  | 36 616  | 36 952  | 17  | 56 624      | 56 964 | 57 304  | 57 643  | 57 983  | 58 323  | 58 663  |
| 18     | 36 952      | 37 288  | 37 624  | 37 961  | 38 297  | 38 633  | 38 969  | 18  | 58 663      | 59 003 | 59 344  | 59 684  | 60 024  | 60 364  | 60 704  |
| 19     | 38 969      | 39 306  | 39 642  | 39 978  | 40 314  | 40 651  | 40 987  | 19  | 60 704      | 61 044 | 61 384  | 61 724  | 62 064  | 62 404  | 62 744  |
| 20     | 2.11 40 987 | 41 323  | 41 660  | 41 996  | 42 332  | 42 669  | 43 005  | 20  | 2.12 62 744 | 63 085 | 63 425  | 63 765  | 64 105  | 64 445  | 64 785  |
| 21     | 43 005      | 43 342  | 43 678  | 44 014  | 44 351  | 44 687  | 45 024  | 21  | 64 785      | 65 126 | 65 466  | 65 806  | 66 146  | 66 486  | 66 827  |
| 22     | 45 024      | 45 360  | 45 697  | 46 033  | 46 369  | 46 706  | 47 042  | 22  | 66 827      | 67 167 | 67 507  | 67 848  | 68 188  | 68 528  | 68 869  |
| 23     | 47 042      | 47 379  | 47 716  | 48 052  | 48 389  | 48 725  | 49 062  | 23  | 68 869      | 69 209 | 69 549  | 69 890  | 70 230  | 70 570  | 70 911  |
| 24     | 49 062      | 49 398  | 49 735  | 50 071  | 50 408  | 50 745  | 51 081  | 24  | 70 911      | 71 251 | 71 592  | 71 932  | 72 273  | 72 613  | 72 953  |
| 25     | 2.11 51 081 | 51 418  | 51 755  | 52 091  | 52 428  | 52 765  | 53 101  | 25  | 2.12 72 953 | 73 294 | 73 634  | 73 975  | 74 315  | 74 656  | 74 996  |
| 26     | 53 101      | 53 438  | 53 775  | 54 111  | 54 448  | 54 785  | 55 122  | 26  | 74 996      | 75 337 | 75 678  | 76 018  | 76 359  | 76 699  | 77 040  |
| 27     | 55 122      | 55 458  | 55 795  | 56 132  | 56 469  | 56 805  | 57 142  | 27  | 77 040      | 77 380 | 77 721  | 78 062  | 78 402  | 78 743  | 79 084  |
| 28     | 57 142      | 57 479  | 57 816  | 58 153  | 58 490  | 58 827  | 59 163  | 28  | 79 084      | 79 424 | 79 765  | 80 106  | 80 446  | 80 787  | 81 128  |
| 29     | 59 163      | 59 500  | 59 837  | 60 174  | 60 511  | 60 848  | 61 185  | 29  | 81 128      | 81 469 | 81 809  | 82 150  | 82 491  | 82 832  | 83 172  |
| 30     | 2.11 61 185 | 61 522  | 61 859  | 62 196  | 62 533  | 62 870  | 63 207  | 30  | 2.12 83 172 | 83 513 | 83 854  | 84 195  | 84 536  | 84 877  | 85 217  |
| 31     | 63 207      | 63 544  | 63 881  | 64 218  | 64 555  | 64 892  | 65 229  | 31  | 85 217      | 85 558 | 85 899  | 86 240  | 86 581  | 86 922  | 87 263  |
| 32     | 65 229      | 65 566  | 65 903  | 66 240  | 66 577  | 66 914  | 67 252  | 32  | 87 263      | 87 604 | 87 945  | 88 286  | 88 627  | 88 968  | 89 308  |
| 33     | 67 252      | 67 589  | 67 926  | 68 263  | 68 600  | 68 937  | 69 274  | 33  | 89 308      | 89 649 | 89 990  | 90 332  | 90 673  | 91 014  | 91 355  |
| 34     | 69 274      | 69 612  | 69 949  | 70 286  | 70 623  | 70 961  | 71 298  | 34  | 91 355      | 91 696 | 92 037  | 92 378  | 92 719  | 93 060  | 93 401  |
| 35     | 2.11 71 298 | 71 635  | 71 972  | 72 310  | 72 647  | 72 984  | 73 322  | 35  | 2.12 93 401 | 93 742 | 94 083  | 94 425  | 94 766  | 95 107  | 95 448  |
| 36     | 73 322      | 73 659  | 73 996  | 74 334  | 74 671  | 75 008  | 75 346  | 36  | 95 448      | 95 789 | 96 131  | 96 472  | 96 813  | 97 154  | 97 495  |
| 37     | 75 346      | 75 683  | 76 020  | 76 358  | 76 695  | 77 033  | 77 370  | 37  | 97 495      | 97 837 | 98 178  | 98 519  | 98 861  | 99 202  | 99 543  |
| 38     | 77 370      | 77 708  | 78 045  | 78 383  | 78 720  | 79 058  | 79 395  | 38  | 99 543      | 99 884 | 100 226 | 100 567 | 100 909 | 101 250 | 101 591 |
| 39     | 79 395      | 79 733  | 80 070  | 80 408  | 80 745  | 81 083  | 81 420  | 39  | 2.13 01 591 | 01 933 | 02 274  | 02 615  | 02 957  | 03 298  | 03 640  |
| 40     | 2.11 81 420 | 81 758  | 82 095  | 82 433  | 82 771  | 83 108  | 83 446  | 40  | 2.13 03 640 | 03 981 | 04 323  | 04 664  | 05 006  | 05 347  | 05 689  |
| 41     | 83 446      | 83 784  | 84 121  | 84 459  | 84 797  | 85 134  | 85 472  | 41  | 05 689      | 06 030 | 06 372  | 06 713  | 07 055  | 07 396  | 07 738  |
| 42     | 85 472      | 85 810  | 86 147  | 86 485  | 86 823  | 87 161  | 87 498  | 42  | 07 738      | 08 080 | 08 421  | 08 763  | 09 104  | 09 446  | 09 788  |
| 43     | 87 498      | 87 836  | 88 174  | 88 512  | 88 850  | 89 187  | 89 525  | 43  | 09 788      | 10 129 | 10 471  | 10 813  | 11 154  | 11 496  | 11 838  |
| 44     | 89 525      | 89 863  | 90 201  | 90 539  | 90 876  | 91 214  | 91 552  | 44  | 11 838      | 12 180 | 12 521  | 12 863  | 13 205  | 13 547  | 13 888  |
| 45     | 2.11 91 552 | 91 890  | 92 228  | 92 566  | 92 904  | 93 242  | 93 580  | 45  | 2.13 13 888 | 14 230 | 14 572  | 14 914  | 15 256  | 15 597  | 15 939  |
| 46     | 93 580      | 93 918  | 94 256  | 94 594  | 94 932  | 95 270  | 95 608  | 46  | 15 939      | 16 281 | 16 623  | 16 965  | 17 307  | 17 649  | 17 991  |
| 47     | 95 608      | 95 946  | 96 284  | 96 622  | 96 960  | 97 298  | 97 636  | 47  | 17 991      | 18 332 | 18 674  | 19 016  | 19 358  | 19 700  | 20 042  |
| 48     | 97 636      | 97 974  | 98 312  | 98 650  | 98 988  | 99 326  | 99 665  | 48  | 20 042      | 20 384 | 20 726  | 21 068  | 21 410  | 21 752  | 22 094  |
| 49     | 99 665      | 100 003 | 100 341 | 100 679 | 101 017 | 101 355 | 101 694 | 49  | 22 094      | 22 436 | 22 778  | 23 121  | 23 463  | 23 805  | 24 147  |
| 50     | 2.12 01 694 | 02 032  | 02 370  | 02 708  | 03 047  | 03 385  | 03 723  | 50  | 2.13 24 147 | 24 489 | 24 831  | 25 173  | 25 515  | 25 858  | 26 200  |
| 51     | 03 723      | 04 061  | 04 400  | 04 738  | 05 076  | 05 415  | 05 753  | 51  | 26 200      | 26 542 | 26 884  | 27 226  | 27 569  | 27 911  | 28 253  |
| 52     | 05 753      | 06 091  | 06 430  | 06 768  | 07 106  | 07 445  | 07 783  | 52  | 28 253      | 28 595 | 28 938  | 29 280  | 29 622  | 29 964  | 30 307  |
| 53     | 07 783      | 08 122  | 08 460  | 08 798  | 09 137  | 09 475  | 09 814  | 53  | 30 307      | 30 649 | 30 991  | 31 334  | 31 676  | 32 018  | 32 361  |
| 54     | 09 814      | 10 152  | 10 491  | 10 829  | 11 168  | 11 506  | 11 845  | 54  | 32 361      | 32 703 | 33 046  | 33 388  | 33 730  | 34 073  | 34 415  |
| 55     | 2.12 11 845 | 12 183  | 12 522  | 12 860  | 13 199  | 13 537  | 13 876  | 55  | 2.13 34 415 | 34 758 | 35 100  | 35 443  | 35 785  | 36 128  | 36 470  |
| 56     | 13 876      | 14 215  | 14 553  | 14 892  | 15 230  | 15 569  | 15 908  | 56  | 36 470      | 36 813 | 37 155  | 37 498  | 37 840  | 38 183  | 38 526  |
| 57     | 15 908      | 16 246  | 16 585  | 16 924  | 17 262  | 17 601  | 17 940  | 57  | 38 526      | 38 868 | 39 211  | 39 553  | 39 896  | 40 239  | 40 581  |
| 58     | 17 940      | 18 279  | 18 617  | 18 956  | 19 295  | 19 634  | 19 972  | 58  | 40 581      | 40 924 | 41 267  | 41 609  | 41 952  | 42 295  | 42 637  |
| 59     | 19 972      | 20 311  | 20 650  | 20 989  | 21 328  | 21 666  | 22 005  | 59  | 42 637      | 42 980 | 43 323  | 43 666  | 44 008  | 44 351  | 44 694  |

|   | 335   | 336   | 337   | 338   | 339   | 340   | 341   | 342   | 343   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 33.5  | 33.6  | 33.7  | 33.8  | 33.9  | 34.0  | 34.1  | 34.2  | 34.3  | 1 |
| 2 | 67.0  | 67.2  | 67.4  | 67.6  | 67.8  | 68.0  | 68.2  | 68.4  | 68.6  | 2 |
| 3 | 100.5 | 100.8 | 101.1 | 101.4 | 101.7 | 102.0 | 102.3 | 102.6 | 102.9 | 3 |
| 4 | 134.0 | 134.4 | 134.8 | 135.2 | 135.6 | 136.0 | 136.4 | 136.8 | 137.2 | 4 |
| 5 | 167.5 | 168.0 | 168.5 | 169.0 | 169.5 | 170.0 | 170.5 | 171.0 | 171.5 | 5 |
| 6 | 201.0 | 201.6 | 202.2 | 202.8 | 203.4 | 204.0 | 204.6 | 205.2 | 205.8 | 6 |
| 7 | 234.5 | 235.2 | 235.9 | 236.6 | 237.3 | 238.0 | 238.7 | 239.4 | 240.1 | 7 |
| 8 | 268.0 | 268.8 | 269.6 | 270.4 | 271.2 | 272.0 | 272.8 | 273.6 | 274.4 | 8 |
| 9 | 301.5 | 302.4 | 303.3 | 304.2 | 305.1 | 306.0 | 306.9 | 307.8 | 308.7 | 9 |

## Tafel IV.

log  $M$ .

| 98°         |        |        |        |        |         |         | 99°         |        |        |        |        |        |         |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"     |
| 2.13 44 694 | 45 037 | 45 379 | 45 722 | 46 065 | 46 408  | 46 751  | 2.14 68 831 | 69 178 | 69 525 | 69 872 | 70 219 | 70 566 | 70 913  |
| 46 751      | 47 094 | 47 437 | 47 779 | 48 122 | 48 465  | 48 808  | 70 913      | 71 260 | 71 607 | 71 954 | 72 301 | 72 648 | 72 995  |
| 48 808      | 49 151 | 49 494 | 49 837 | 50 180 | 50 523  | 50 866  | 72 995      | 73 342 | 73 689 | 74 036 | 74 383 | 74 730 | 75 078  |
| 50 866      | 51 209 | 51 552 | 51 895 | 52 238 | 52 581  | 52 924  | 75 078      | 75 425 | 75 772 | 76 119 | 76 466 | 76 813 | 77 160  |
| 52 924      | 53 267 | 53 610 | 53 953 | 54 296 | 54 639  | 54 982  | 77 160      | 77 508 | 77 855 | 78 202 | 78 549 | 78 896 | 79 244  |
| 2.13 54 982 | 55 326 | 55 669 | 56 012 | 56 355 | 56 698  | 57 041  | 2.14 79 244 | 79 591 | 79 938 | 80 285 | 80 633 | 80 980 | 81 327  |
| 57 041      | 57 385 | 57 728 | 58 071 | 58 414 | 58 757  | 59 101  | 81 327      | 81 675 | 82 022 | 82 369 | 82 717 | 83 064 | 83 412  |
| 59 101      | 59 444 | 59 787 | 60 131 | 60 474 | 60 817  | 61 160  | 83 412      | 83 759 | 84 106 | 84 454 | 84 801 | 85 149 | 85 496  |
| 61 160      | 61 504 | 61 847 | 62 190 | 62 534 | 62 877  | 63 221  | 85 496      | 85 844 | 86 191 | 86 539 | 86 886 | 87 234 | 87 581  |
| 63 221      | 63 564 | 63 907 | 64 250 | 64 594 | 64 938  | 65 281  | 87 581      | 87 929 | 88 276 | 88 624 | 88 971 | 89 319 | 89 666  |
| 2.13 65 281 | 65 625 | 65 968 | 66 312 | 66 655 | 66 999  | 67 342  | 2.14 89 666 | 90 014 | 90 362 | 90 709 | 91 057 | 91 405 | 91 752  |
| 67 342      | 67 686 | 68 029 | 68 373 | 68 716 | 69 060  | 69 403  | 91 752      | 92 100 | 92 448 | 92 795 | 93 143 | 93 491 | 93 839  |
| 69 403      | 69 747 | 70 091 | 70 434 | 70 778 | 71 122  | 71 465  | 93 839      | 94 186 | 94 534 | 94 882 | 95 230 | 95 577 | 95 925  |
| 71 465      | 71 809 | 72 153 | 72 496 | 72 840 | 73 184  | 73 527  | 95 925      | 96 273 | 96 621 | 96 969 | 97 317 | 97 664 | 98 012  |
| 73 527      | 73 871 | 74 215 | 74 559 | 74 902 | 75 246  | 75 590  | 98 012      | 98 360 | 98 708 | 99 056 | 99 404 | 99 752 | 100 100 |
| 2.13 75 590 | 75 934 | 76 278 | 76 621 | 76 965 | 77 309  | 77 653  | 2.15 00 100 | 00 448 | 00 796 | 01 144 | 01 492 | 01 840 | 02 188  |
| 77 653      | 77 997 | 78 341 | 78 685 | 79 029 | 79 372  | 79 716  | 02 188      | 02 536 | 02 884 | 03 232 | 03 580 | 03 928 | 04 276  |
| 79 716      | 80 060 | 80 404 | 80 748 | 81 092 | 81 436  | 81 780  | 04 276      | 04 624 | 04 972 | 05 320 | 05 669 | 06 017 | 06 365  |
| 81 780      | 82 124 | 82 468 | 82 812 | 83 156 | 83 500  | 83 844  | 06 365      | 06 713 | 07 061 | 07 409 | 07 758 | 08 106 | 08 454  |
| 83 844      | 84 188 | 84 533 | 84 877 | 85 221 | 85 565  | 85 909  | 08 454      | 08 802 | 09 151 | 09 499 | 09 847 | 10 195 | 10 544  |
| 2.13 85 909 | 86 253 | 86 597 | 86 941 | 87 286 | 87 630  | 87 974  | 2.15 10 544 | 10 892 | 11 240 | 11 589 | 11 937 | 12 285 | 12 634  |
| 87 974      | 88 318 | 88 662 | 89 007 | 89 351 | 89 695  | 90 039  | 12 634      | 12 982 | 13 331 | 13 679 | 14 027 | 14 376 | 14 724  |
| 90 039      | 90 384 | 90 728 | 91 072 | 91 417 | 91 761  | 92 105  | 14 724      | 15 073 | 15 421 | 15 770 | 16 118 | 16 467 | 16 815  |
| 92 105      | 92 450 | 92 794 | 93 138 | 93 483 | 93 827  | 94 172  | 16 815      | 17 164 | 17 512 | 17 861 | 18 209 | 18 558 | 18 907  |
| 94 172      | 94 516 | 94 860 | 95 205 | 95 549 | 95 894  | 96 238  | 18 907      | 19 255 | 19 604 | 19 952 | 20 301 | 20 650 | 20 998  |
| 2.13 96 238 | 96 583 | 96 927 | 97 272 | 97 616 | 97 961  | 98 305  | 2.15 20 998 | 21 347 | 21 696 | 22 044 | 22 393 | 22 742 | 23 091  |
| 98 305      | 98 650 | 98 994 | 99 339 | 99 684 | 100 028 | 100 373 | 23 091      | 23 439 | 23 788 | 24 137 | 24 486 | 24 834 | 25 183  |
| 2.14 00 373 | 00 717 | 01 062 | 01 407 | 01 751 | 02 096  | 02 441  | 25 183      | 25 532 | 25 881 | 26 230 | 26 578 | 26 927 | 27 276  |
| 02 441      | 02 785 | 03 130 | 03 475 | 03 819 | 04 164  | 04 509  | 27 276      | 27 625 | 27 974 | 28 323 | 28 672 | 29 021 | 29 370  |
| 04 509      | 04 854 | 05 198 | 05 543 | 05 888 | 06 233  | 06 578  | 29 370      | 29 719 | 30 068 | 30 417 | 30 766 | 31 115 | 31 464  |
| 2.14 06 578 | 06 922 | 07 267 | 07 612 | 07 957 | 08 302  | 08 647  | 2.15 31 464 | 31 813 | 32 162 | 32 511 | 32 860 | 33 209 | 33 558  |
| 08 647      | 08 992 | 09 337 | 09 681 | 10 026 | 10 371  | 10 716  | 33 558      | 33 907 | 34 256 | 34 605 | 34 954 | 35 304 | 35 653  |
| 10 716      | 11 061 | 11 406 | 11 751 | 12 096 | 12 441  | 12 786  | 35 653      | 36 002 | 36 351 | 36 700 | 37 050 | 37 399 | 37 748  |
| 12 786      | 13 131 | 13 476 | 13 821 | 14 166 | 14 511  | 14 857  | 37 748      | 38 097 | 38 446 | 38 796 | 39 145 | 39 494 | 39 844  |
| 14 857      | 15 202 | 15 547 | 15 892 | 16 237 | 16 582  | 16 927  | 39 844      | 40 193 | 40 542 | 40 892 | 41 241 | 41 590 | 41 940  |
| 2.14 16 927 | 17 272 | 17 618 | 17 963 | 18 308 | 18 653  | 18 999  | 2.15 41 940 | 42 289 | 42 638 | 42 988 | 43 337 | 43 687 | 44 036  |
| 18 999      | 19 344 | 19 689 | 20 034 | 20 380 | 20 725  | 21 070  | 44 036      | 44 386 | 44 735 | 45 085 | 45 434 | 45 784 | 46 133  |
| 21 070      | 21 415 | 21 761 | 22 106 | 22 451 | 22 797  | 23 142  | 46 133      | 46 483 | 46 832 | 47 182 | 47 531 | 47 881 | 48 230  |
| 23 142      | 23 487 | 23 833 | 24 178 | 24 524 | 24 869  | 25 215  | 48 230      | 48 580 | 48 930 | 49 279 | 49 629 | 49 979 | 50 328  |
| 25 215      | 25 560 | 25 905 | 26 251 | 26 596 | 26 942  | 27 287  | 50 328      | 50 678 | 51 028 | 51 377 | 51 727 | 52 077 | 52 426  |
| 2.14 27 287 | 27 633 | 27 978 | 28 324 | 28 669 | 29 015  | 29 361  | 2.15 52 426 | 52 776 | 53 126 | 53 476 | 53 826 | 54 175 | 54 525  |
| 29 361      | 29 706 | 30 052 | 30 397 | 30 743 | 31 089  | 31 434  | 54 525      | 54 875 | 55 225 | 55 575 | 55 924 | 56 274 | 56 624  |
| 31 434      | 31 780 | 32 126 | 32 471 | 32 817 | 33 163  | 33 508  | 56 624      | 56 974 | 57 324 | 57 674 | 58 024 | 58 374 | 58 724  |
| 33 508      | 33 854 | 34 200 | 34 546 | 34 891 | 35 237  | 35 583  | 58 724      | 59 074 | 59 424 | 59 774 | 60 124 | 60 474 | 60 824  |
| 35 583      | 35 929 | 36 274 | 36 620 | 36 966 | 37 312  | 37 658  | 60 824      | 61 174 | 61 524 | 61 874 | 62 224 | 62 574 | 62 924  |
| 2.14 37 658 | 38 004 | 38 350 | 38 695 | 39 041 | 39 387  | 39 733  | 2.15 62 924 | 63 274 | 63 624 | 63 974 | 64 325 | 64 675 | 65 025  |
| 39 733      | 40 079 | 40 425 | 40 771 | 41 117 | 41 463  | 41 809  | 65 025      | 65 375 | 65 725 | 66 075 | 66 426 | 66 776 | 67 126  |
| 41 809      | 42 155 | 42 501 | 42 847 | 43 193 | 43 539  | 43 885  | 67 126      | 67 476 | 67 827 | 68 177 | 68 527 | 68 878 | 69 228  |
| 43 885      | 44 231 | 44 577 | 44 923 | 45 269 | 45 615  | 45 962  | 69 228      | 69 578 | 69 929 | 70 279 | 70 629 | 70 980 | 71 330  |
| 45 962      | 46 308 | 46 654 | 47 000 | 47 346 | 47 692  | 48 039  | 71 330      | 71 680 | 72 031 | 72 381 | 72 732 | 73 082 | 73 433  |
| 2.14 48 039 | 48 385 | 48 731 | 49 077 | 49 423 | 49 770  | 50 116  | 2.15 73 433 | 73 783 | 74 134 | 74 484 | 74 835 | 75 185 | 75 536  |
| 50 116      | 50 462 | 50 809 | 51 155 | 51 501 | 51 847  | 52 194  | 75 536      | 75 886 | 76 237 | 76 587 | 76 938 | 77 288 | 77 639  |
| 52 194      | 52 540 | 52 887 | 53 233 | 53 579 | 53 926  | 54 272  | 77 639      | 77 990 | 78 340 | 78 691 | 79 042 | 79 392 | 79 743  |
| 54 272      | 54 618 | 54 965 | 55 311 | 55 658 | 56 004  | 56 351  | 79 743      | 80 094 | 80 444 | 80 795 | 81 146 | 81 496 | 81 847  |
| 56 351      | 56 697 | 57 044 | 57 390 | 57 737 | 58 083  | 58 430  | 81 847      | 82 198 | 82 549 | 82 899 | 83 250 | 83 601 | 83 952  |
| 2.14 58 430 | 58 776 | 59 123 | 59 469 | 59 816 | 60 163  | 60 509  | 2.15 83 952 | 84 303 | 84 654 | 85 004 | 85 355 | 85 706 | 86 057  |
| 60 509      | 60 856 | 61 203 | 61 549 | 61 896 | 62 243  | 62 589  | 86 057      | 86 408 | 86 759 | 87 110 | 87 461 | 87 812 | 88 163  |
| 62 589      | 62 936 | 63 283 | 63 629 | 63 976 | 64 323  | 64 670  | 88 163      | 88 514 | 88 865 | 89 216 | 89 567 | 89 918 | 90 269  |
| 64 670      | 65 016 | 65 363 | 65 710 | 66 057 | 66 403  | 66 750  | 90 269      | 90 620 | 90 971 | 91 322 | 91 673 | 92 024 | 92 375  |
| 66 750      | 67 097 | 67 444 | 67 791 | 68 138 | 68 485  | 68 831  | 92 375      | 92 726 | 93 078 | 93 429 | 93 780 | 94 131 | 94 482  |

|   | 342   | 343   | 344   | 345   | 346   | 347   | 348   | 349   | 350   | 351   | 352   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 34.2  | 34.3  | 34.4  | 34.5  | 34.6  | 34.7  | 34.8  | 34.9  | 35.0  | 35.1  | 35.2  | 1 |
| 2 | 68.4  | 68.6  | 68.8  | 69.0  | 69.2  | 69.4  | 69.6  | 69.8  | 70.0  | 70.2  | 70.4  | 2 |
| 3 | 102.6 | 102.9 | 103.2 | 103.5 | 103.8 | 104.1 | 104.4 | 104.7 | 105.0 | 105.3 | 105.6 | 3 |
| 4 | 136.8 | 137.2 | 137.6 | 138.0 | 138.4 | 138.8 | 139.2 | 139.6 | 140.0 | 140.4 | 140.8 | 4 |
| 5 | 171.0 | 171.5 | 172.0 | 172.5 | 173.0 | 173.5 | 174.0 | 174.5 | 175.0 | 175.5 | 176.0 | 5 |
| 6 | 205.2 | 205.8 | 206.4 | 207.0 | 207.6 | 208.2 | 208.8 | 209.4 | 210.0 | 210.6 | 211.2 | 6 |
| 7 | 239.4 | 240.1 | 240.8 | 241.5 | 242.2 | 242.9 | 243.6 | 244.3 | 245.0 | 245.7 | 246.4 | 7 |
| 8 | 273.6 | 274.4 | 275.2 | 276.0 | 276.8 | 277.6 | 278.4 | 279.2 | 280.0 | 280.8 | 281.6 | 8 |
| 9 | 307.8 | 308.7 | 309.6 | 310.5 | 311.4 | 312.3 | 313.2 | 314.1 | 315.0 | 315.9 | 316.8 | 9 |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |         |         |         |      |             |        |        |        |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 100°   |             |        |        |        |         |         |         | 101° |             |        |        |        |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.15 94 482 | 94 833 | 95 185 | 95 536 | 95 887  | 96 238  | 96 590  | 0    | 2.17 21 712 | 22 068 | 22 423 | 22 779 | 23 135  | 23 491  | 23 846  |
| 1      | 96 590      | 96 941 | 97 292 | 97 643 | 97 995  | 98 346  | 98 697  | 1    | 23 846      | 24 202 | 24 558 | 24 914 | 25 269  | 25 625  | 25 981  |
| 2      | 98 697      | 99 049 | 99 400 | 99 751 | 100 103 | 100 454 | 100 806 | 2    | 25 981      | 26 337 | 26 693 | 27 049 | 27 404  | 27 760  | 28 116  |
| 3      | 2.16 00 806 | 01 157 | 01 508 | 01 860 | 02 211  | 02 563  | 02 914  | 3    | 28 116      | 28 472 | 28 828 | 29 184 | 29 540  | 29 896  | 30 252  |
| 4      | 02 914      | 03 266 | 03 617 | 03 969 | 04 320  | 04 672  | 05 023  | 4    | 30 252      | 30 608 | 30 964 | 31 320 | 31 676  | 32 032  | 32 388  |
| 5      | 2.16 05 023 | 05 375 | 05 727 | 06 078 | 06 430  | 06 781  | 07 133  | 5    | 2.17 32 388 | 32 744 | 33 100 | 33 456 | 33 812  | 34 168  | 34 524  |
| 6      | 07 133      | 07 485 | 07 836 | 08 188 | 08 540  | 08 891  | 09 243  | 6    | 34 524      | 34 881 | 35 237 | 35 593 | 35 949  | 36 305  | 36 661  |
| 7      | 09 243      | 09 595 | 09 946 | 10 298 | 10 650  | 11 002  | 11 353  | 7    | 36 661      | 37 018 | 37 374 | 37 730 | 38 086  | 38 443  | 38 799  |
| 8      | 11 353      | 11 705 | 12 057 | 12 409 | 12 761  | 13 113  | 13 464  | 8    | 38 799      | 39 155 | 39 512 | 39 868 | 40 224  | 40 580  | 40 937  |
| 9      | 13 464      | 13 816 | 14 168 | 14 520 | 14 872  | 15 224  | 15 576  | 9    | 40 937      | 41 293 | 41 650 | 42 006 | 42 362  | 42 719  | 43 075  |
| 10     | 2.16 15 576 | 15 928 | 16 280 | 16 632 | 16 983  | 17 335  | 17 687  | 10   | 2.17 43 075 | 43 432 | 43 788 | 44 145 | 44 501  | 44 858  | 45 214  |
| 11     | 17 687      | 18 039 | 18 391 | 18 744 | 19 096  | 19 448  | 19 800  | 11   | 45 214      | 45 571 | 45 927 | 46 284 | 46 640  | 46 997  | 47 353  |
| 12     | 19 800      | 20 152 | 20 504 | 20 856 | 21 208  | 21 560  | 21 912  | 12   | 47 353      | 47 710 | 48 067 | 48 423 | 48 780  | 49 137  | 49 493  |
| 13     | 21 912      | 22 265 | 22 617 | 22 969 | 23 321  | 23 673  | 24 025  | 13   | 49 493      | 49 850 | 50 207 | 50 563 | 50 920  | 51 277  | 51 633  |
| 14     | 24 025      | 24 378 | 24 730 | 25 082 | 25 434  | 25 787  | 26 139  | 14   | 51 633      | 51 990 | 52 347 | 52 704 | 53 061  | 53 417  | 53 774  |
| 15     | 2.16 26 139 | 26 491 | 26 844 | 27 196 | 27 548  | 27 901  | 28 253  | 15   | 2.17 53 774 | 54 131 | 54 488 | 54 845 | 55 202  | 55 558  | 55 915  |
| 16     | 28 253      | 28 605 | 28 958 | 29 310 | 29 663  | 30 015  | 30 367  | 16   | 55 915      | 56 272 | 56 629 | 56 986 | 57 343  | 57 700  | 58 057  |
| 17     | 30 367      | 30 720 | 31 072 | 31 425 | 31 777  | 32 130  | 32 482  | 17   | 58 057      | 58 414 | 58 771 | 59 128 | 59 485  | 59 842  | 60 199  |
| 18     | 32 482      | 32 835 | 33 187 | 33 540 | 33 892  | 34 245  | 34 598  | 18   | 60 199      | 60 556 | 60 913 | 61 270 | 61 627  | 61 984  | 62 342  |
| 19     | 34 598      | 34 950 | 35 303 | 35 655 | 36 008  | 36 361  | 36 713  | 19   | 62 342      | 62 699 | 63 056 | 63 413 | 63 770  | 64 127  | 64 485  |
| 20     | 2.16 36 713 | 37 066 | 37 419 | 37 771 | 38 124  | 38 477  | 38 830  | 20   | 2.17 64 485 | 64 842 | 65 199 | 65 556 | 65 913  | 66 271  | 66 628  |
| 21     | 38 830      | 39 182 | 39 535 | 39 888 | 40 241  | 40 593  | 40 946  | 21   | 66 628      | 66 985 | 67 343 | 67 700 | 68 057  | 68 415  | 68 772  |
| 22     | 40 946      | 41 299 | 41 652 | 42 005 | 42 358  | 42 710  | 43 063  | 22   | 68 772      | 69 129 | 69 487 | 69 844 | 70 202  | 70 559  | 70 916  |
| 23     | 43 063      | 43 416 | 43 769 | 44 122 | 44 475  | 44 828  | 45 181  | 23   | 70 916      | 71 274 | 71 631 | 71 989 | 72 346  | 72 704  | 73 061  |
| 24     | 45 181      | 45 534 | 45 887 | 46 240 | 46 593  | 46 946  | 47 299  | 24   | 73 061      | 73 419 | 73 776 | 74 134 | 74 491  | 74 849  | 75 207  |
| 25     | 2.16 47 299 | 47 652 | 48 005 | 48 358 | 48 711  | 49 064  | 49 417  | 25   | 2.17 75 207 | 75 564 | 75 922 | 76 279 | 76 637  | 76 995  | 77 352  |
| 26     | 49 417      | 49 770 | 50 124 | 50 477 | 50 830  | 51 183  | 51 536  | 26   | 77 352      | 77 710 | 78 068 | 78 425 | 78 783  | 79 141  | 79 499  |
| 27     | 51 536      | 51 889 | 52 243 | 52 596 | 52 949  | 53 302  | 53 656  | 27   | 79 499      | 79 856 | 80 214 | 80 572 | 80 930  | 81 288  | 81 645  |
| 28     | 53 656      | 54 009 | 54 362 | 54 715 | 55 069  | 55 422  | 55 775  | 28   | 81 645      | 82 003 | 82 361 | 82 719 | 83 077  | 83 435  | 83 793  |
| 29     | 55 775      | 56 129 | 56 482 | 56 835 | 57 189  | 57 542  | 57 896  | 29   | 83 793      | 84 150 | 84 508 | 84 866 | 85 224  | 85 582  | 85 940  |
| 30     | 2.16 57 896 | 58 249 | 58 602 | 58 956 | 59 309  | 59 663  | 60 016  | 30   | 2.17 85 940 | 86 298 | 86 656 | 87 014 | 87 372  | 87 730  | 88 088  |
| 31     | 60 016      | 60 370 | 60 723 | 61 077 | 61 430  | 61 784  | 62 137  | 31   | 88 088      | 88 446 | 88 805 | 89 163 | 89 521  | 89 879  | 90 237  |
| 32     | 62 137      | 62 491 | 62 844 | 63 198 | 63 552  | 63 905  | 64 259  | 32   | 90 237      | 90 595 | 90 953 | 91 311 | 91 670  | 92 028  | 92 386  |
| 33     | 64 259      | 64 613 | 64 966 | 65 320 | 65 674  | 66 027  | 66 381  | 33   | 92 386      | 92 744 | 93 103 | 93 461 | 93 819  | 94 177  | 94 536  |
| 34     | 66 381      | 66 735 | 67 088 | 67 442 | 67 796  | 68 150  | 68 503  | 34   | 94 536      | 94 894 | 95 252 | 95 611 | 95 969  | 96 327  | 96 686  |
| 35     | 2.16 68 503 | 68 857 | 69 211 | 69 565 | 69 919  | 70 272  | 70 626  | 35   | 2.17 96 686 | 97 044 | 97 402 | 97 761 | 98 119  | 98 478  | 98 836  |
| 36     | 70 626      | 70 980 | 71 334 | 71 688 | 72 042  | 72 396  | 72 750  | 36   | 98 836      | 99 195 | 99 553 | 99 911 | 100 270 | 100 628 | 100 987 |
| 37     | 72 750      | 73 103 | 73 458 | 73 812 | 74 165  | 74 519  | 74 873  | 37   | 2.18 00 987 | 01 346 | 01 704 | 02 063 | 02 421  | 02 780  | 03 138  |
| 38     | 74 873      | 75 227 | 75 582 | 75 936 | 76 290  | 76 644  | 76 998  | 38   | 03 138      | 03 497 | 03 856 | 04 214 | 04 573  | 04 932  | 05 290  |
| 39     | 76 998      | 77 352 | 77 706 | 78 060 | 78 414  | 78 768  | 79 122  | 39   | 05 290      | 05 649 | 06 008 | 06 366 | 06 725  | 07 084  | 07 443  |
| 40     | 2.16 79 122 | 79 477 | 79 831 | 80 185 | 80 539  | 80 893  | 81 248  | 40   | 2.18 07 443 | 07 801 | 08 160 | 08 519 | 08 878  | 09 237  | 09 595  |
| 41     | 81 248      | 81 602 | 81 956 | 82 310 | 82 665  | 83 019  | 83 373  | 41   | 09 595      | 09 954 | 10 313 | 10 672 | 11 031  | 11 390  | 11 749  |
| 42     | 83 373      | 83 728 | 84 082 | 84 436 | 84 791  | 85 145  | 85 499  | 42   | 11 749      | 12 108 | 12 467 | 12 826 | 13 185  | 13 544  | 13 903  |
| 43     | 85 499      | 85 854 | 86 208 | 86 563 | 86 917  | 87 271  | 87 626  | 43   | 13 903      | 14 262 | 14 621 | 14 980 | 15 339  | 15 698  | 16 057  |
| 44     | 87 626      | 87 980 | 88 335 | 88 689 | 89 044  | 89 398  | 89 753  | 44   | 16 057      | 16 416 | 16 775 | 17 134 | 17 493  | 17 852  | 18 211  |
| 45     | 2.16 89 753 | 90 107 | 90 462 | 90 816 | 91 171  | 91 526  | 91 880  | 45   | 2.18 18 211 | 18 571 | 18 930 | 19 289 | 19 648  | 20 007  | 20 367  |
| 46     | 91 880      | 92 235 | 92 590 | 92 944 | 93 299  | 93 653  | 94 008  | 46   | 20 367      | 20 726 | 21 085 | 21 444 | 21 804  | 22 163  | 22 522  |
| 47     | 94 008      | 94 363 | 94 718 | 95 072 | 95 427  | 95 782  | 96 136  | 47   | 22 522      | 22 882 | 23 241 | 23 600 | 23 960  | 24 319  | 24 678  |
| 48     | 96 136      | 96 491 | 96 846 | 97 201 | 97 556  | 97 910  | 98 265  | 48   | 24 678      | 25 038 | 25 397 | 25 757 | 26 116  | 26 476  | 26 835  |
| 49     | 98 265      | 98 620 | 98 975 | 99 330 | 99 685  | 100 040 | 100 395 | 49   | 26 835      | 27 195 | 27 554 | 27 914 | 28 273  | 28 633  | 28 992  |
| 50     | 2.17 00 395 | 00 749 | 01 104 | 01 459 | 01 814  | 02 169  | 02 524  | 50   | 2.18 28 992 | 29 352 | 29 711 | 30 071 | 30 430  | 30 790  | 31 150  |
| 51     | 02 524      | 02 879 | 03 234 | 03 589 | 03 944  | 04 299  | 04 654  | 51   | 31 150      | 31 509 | 31 869 | 32 229 | 32 588  | 32 948  | 33 308  |
| 52     | 04 654      | 05 009 | 05 365 | 05 720 | 06 075  | 06 430  | 06 785  | 52   | 33 308      | 33 667 | 34 027 | 34 387 | 34 747  | 35 106  | 35 466  |
| 53     | 06 785      | 07 140 | 07 495 | 07 850 | 08 206  | 08 561  | 08 916  | 53   | 35 466      | 35 826 | 36 186 | 36 546 | 36 905  | 37 265  | 37 625  |
| 54     | 08 916      | 09 271 | 09 627 | 09 982 | 10 337  | 10 692  | 11 048  | 54   | 37 625      | 37 985 | 38 345 | 38 705 | 39 065  | 39 425  | 39 785  |
| 55     | 2.17 11 048 | 11 403 | 11 758 | 12 113 | 12 469  | 12 824  | 13 180  | 55   | 2.18 39 785 | 40 145 | 40 504 | 40 864 | 41 224  | 41 584  | 41 944  |
| 56     | 13 180      | 13 535 | 13 890 | 14 246 | 14 601  | 14 957  | 15 312  | 56   | 41 944      | 42 305 | 42 665 | 43 025 | 43 385  | 43 745  | 44 105  |
| 57     | 15 312      | 15 667 | 16 023 | 16 378 | 16 734  | 17 089  | 17 445  | 57   | 44 105      | 44 465 | 44 825 | 45 185 | 45 545  | 45 906  | 46 266  |
| 58     | 17 445      | 17 800 | 18 156 | 18 511 | 18 867  | 19 223  | 19 578  | 58   | 46 266      | 46 626 | 46 986 | 47 346 | 47 707  | 48 067  | 48 427  |
| 59     | 19 578      | 19 934 | 20 289 | 20 645 | 21 001  | 21 356  | 21 712  | 59   | 48 427      | 48 787 | 49 148 | 49 508 | 49 868  | 50 229  | 50 589  |

|   | 351   | 352   | 353   | 354   | 355   | 356   | 357   | 358   | 359   | 360   | 361   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 35.1  | 35.2  | 35.3  | 35.4  | 35.5  | 35.6  | 35.7  | 35.8  | 35.9  | 36.0  | 36.1  | 1 |
| 2 | 70.2  | 70.4  | 70.6  | 70.8  | 71.0  | 71.2  | 71.4  | 71.6  | 71.8  | 72.0  | 72.2  | 2 |
| 3 | 105.3 | 105.6 | 105.9 | 106.2 | 106.5 | 106.8 | 107.1 | 107.4 | 107.7 | 108.0 | 108.3 | 3 |
| 4 | 140.4 | 140.8 | 141.2 | 141.6 | 142.0 | 142.4 | 142.8 | 143.2 | 143.6 | 144.0 | 144.4 | 4 |
| 5 | 175.5 | 176.0 | 176.5 | 177.0 | 177.5 | 178.0 | 178.5 | 179.0 | 179.5 | 180.0 | 180.5 | 5 |
| 6 | 210.6 | 211.2 | 211.8 | 212.4 | 213.0 | 213.6 | 214.2 | 214.8 | 215.4 | 216.0 | 216.6 | 6 |
| 7 | 245.7 | 246.4 | 247.1 | 247.8 | 248.5 | 249.2 | 249.9 | 250.6 | 251.3 | 252.0 | 252.7 | 7 |
| 8 | 280.8 | 281.6 | 282.4 | 283.2 | 284.0 | 284.8 | 285.6 | 286.4 | 287.2 | 288.0 | 288.8 | 8 |
| 9 | 315.9 | 316.8 | 317.7 | 318.6 | 319.5 | 320.4 | 321.3 | 322.2 | 323.1 | 324.0 | 324.9 | 9 |

## Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |         |         |      |             |        |        |        |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 102°   |             |        |        |        |        |         |         | 103° |             |        |        |        |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.18 50 589 | 50 949 | 51 310 | 51 670 | 52 030 | 52 391  | 52 751  | 0    | 2.19 81 183 | 81 548 | 81 913 | 82 279 | 82 644  | 83 009  | 83 375  |
| 1      | 52 751      | 53 112 | 53 472 | 53 833 | 54 193 | 54 553  | 54 914  | 1    | 83 375      | 83 740 | 84 105 | 84 471 | 84 836  | 85 201  | 85 567  |
| 2      | 54 914      | 55 274 | 55 635 | 55 996 | 56 356 | 56 717  | 57 077  | 2    | 85 567      | 85 932 | 86 297 | 86 663 | 87 028  | 87 394  | 87 759  |
| 3      | 57 077      | 57 438 | 57 798 | 58 159 | 58 520 | 58 880  | 59 241  | 3    | 87 759      | 88 125 | 88 490 | 88 856 | 89 221  | 89 587  | 89 952  |
| 4      | 59 241      | 59 602 | 59 962 | 60 323 | 60 684 | 61 044  | 61 405  | 4    | 89 952      | 90 318 | 90 683 | 91 049 | 91 414  | 91 780  | 92 146  |
| 5      | 2.18 61 405 | 61 766 | 62 127 | 62 487 | 62 848 | 63 209  | 63 570  | 5    | 2.19 92 146 | 92 511 | 92 877 | 93 243 | 93 608  | 93 974  | 94 340  |
| 6      | 63 570      | 63 931 | 64 292 | 64 652 | 65 013 | 65 374  | 65 735  | 6    | 94 340      | 94 705 | 95 071 | 95 437 | 95 803  | 96 168  | 96 534  |
| 7      | 65 735      | 66 096 | 66 457 | 66 818 | 67 179 | 67 540  | 67 901  | 7    | 96 534      | 96 900 | 97 266 | 97 632 | 97 997  | 98 363  | 98 729  |
| 8      | 67 901      | 68 262 | 68 623 | 68 984 | 69 345 | 69 706  | 70 067  | 8    | 98 729      | 99 095 | 99 461 | 99 827 | 100 193 | 100 559 | 100 925 |
| 9      | 70 067      | 70 428 | 70 789 | 71 150 | 71 511 | 71 872  | 72 233  | 9    | 2.20 00 925 | 01 291 | 01 657 | 02 023 | 02 389  | 02 755  | 03 121  |
| 10     | 2.18 72 233 | 72 595 | 72 956 | 73 317 | 73 678 | 74 039  | 74 401  | 10   | 2.20 03 121 | 03 487 | 03 853 | 04 219 | 04 585  | 04 951  | 05 317  |
| 11     | 74 401      | 74 762 | 75 123 | 75 484 | 75 846 | 76 207  | 76 568  | 11   | 05 317      | 05 683 | 06 050 | 06 416 | 06 782  | 07 148  | 07 514  |
| 12     | 76 568      | 76 929 | 77 291 | 77 652 | 78 013 | 78 375  | 78 736  | 12   | 07 514      | 07 880 | 08 247 | 08 613 | 08 979  | 09 345  | 09 712  |
| 13     | 78 736      | 79 098 | 79 459 | 79 820 | 80 182 | 80 543  | 80 905  | 13   | 09 712      | 10 078 | 10 444 | 10 811 | 11 177  | 11 543  | 11 910  |
| 14     | 80 905      | 81 266 | 81 628 | 81 989 | 82 351 | 82 712  | 83 074  | 14   | 11 910      | 12 276 | 12 643 | 13 009 | 13 375  | 13 742  | 14 108  |
| 15     | 2.18 83 074 | 83 435 | 83 797 | 84 158 | 84 520 | 84 882  | 85 243  | 15   | 2.20 14 108 | 14 475 | 14 841 | 15 208 | 15 574  | 15 941  | 16 307  |
| 16     | 85 243      | 85 605 | 85 966 | 86 328 | 86 690 | 87 051  | 87 413  | 16   | 16 307      | 16 674 | 17 040 | 17 407 | 17 774  | 18 141  | 18 507  |
| 17     | 87 413      | 87 775 | 88 137 | 88 498 | 88 860 | 89 222  | 89 584  | 17   | 18 507      | 18 873 | 19 240 | 19 607 | 19 973  | 20 340  | 20 707  |
| 18     | 89 584      | 89 945 | 90 307 | 90 669 | 91 031 | 91 393  | 91 755  | 18   | 20 707      | 21 074 | 21 441 | 21 807 | 22 174  | 22 541  | 22 907  |
| 19     | 91 755      | 92 116 | 92 478 | 92 840 | 93 202 | 93 564  | 93 926  | 19   | 22 907      | 23 274 | 23 641 | 24 008 | 24 375  | 24 742  | 25 108  |
| 20     | 2.18 93 926 | 94 288 | 94 650 | 95 012 | 95 374 | 95 736  | 96 098  | 20   | 2.20 25 108 | 25 475 | 25 842 | 26 209 | 26 576  | 26 943  | 27 310  |
| 21     | 96 098      | 96 460 | 96 822 | 97 184 | 97 546 | 97 908  | 98 270  | 21   | 27 310      | 27 677 | 28 044 | 28 411 | 28 778  | 29 145  | 29 512  |
| 22     | 98 270      | 98 632 | 98 994 | 99 357 | 99 719 | 100 081 | 100 443 | 22   | 29 512      | 29 879 | 30 246 | 30 613 | 30 980  | 31 347  | 31 715  |
| 23     | 2.19 00 443 | 00 805 | 01 168 | 01 530 | 01 892 | 02 254  | 02 616  | 23   | 31 715      | 32 082 | 32 449 | 32 816 | 33 183  | 33 550  | 33 918  |
| 24     | 02 616      | 02 979 | 03 341 | 03 703 | 04 066 | 04 428  | 04 790  | 24   | 33 918      | 34 285 | 34 652 | 35 019 | 35 387  | 35 754  | 36 121  |
| 25     | 2.19 04 790 | 05 153 | 05 515 | 05 877 | 06 240 | 06 602  | 06 965  | 25   | 2.20 36 121 | 36 489 | 36 856 | 37 223 | 37 591  | 37 958  | 38 325  |
| 26     | 06 965      | 07 327 | 07 690 | 08 052 | 08 414 | 08 777  | 09 139  | 26   | 38 325      | 38 693 | 39 060 | 39 427 | 39 795  | 40 162  | 40 530  |
| 27     | 09 139      | 09 502 | 09 865 | 10 227 | 10 590 | 10 952  | 11 315  | 27   | 40 530      | 40 897 | 41 265 | 41 632 | 42 000  | 42 367  | 42 735  |
| 28     | 11 315      | 11 677 | 12 040 | 12 403 | 12 765 | 13 128  | 13 491  | 28   | 42 735      | 43 102 | 43 470 | 43 838 | 44 205  | 44 573  | 44 940  |
| 29     | 13 491      | 13 853 | 14 216 | 14 579 | 14 941 | 15 304  | 15 667  | 29   | 44 940      | 45 308 | 45 676 | 46 043 | 46 411  | 46 779  | 47 147  |
| 30     | 2.19 15 667 | 16 030 | 16 392 | 16 755 | 17 118 | 17 481  | 17 844  | 30   | 2.20 47 147 | 47 514 | 47 882 | 48 250 | 48 618  | 48 985  | 49 353  |
| 31     | 17 844      | 18 206 | 18 569 | 18 932 | 19 295 | 19 658  | 20 021  | 31   | 49 353      | 49 721 | 50 089 | 50 457 | 50 825  | 51 192  | 51 560  |
| 32     | 20 021      | 20 384 | 20 747 | 21 110 | 21 473 | 21 836  | 22 199  | 32   | 51 560      | 51 928 | 52 296 | 52 664 | 53 032  | 53 400  | 53 768  |
| 33     | 22 199      | 22 562 | 22 925 | 23 288 | 23 651 | 24 014  | 24 377  | 33   | 53 768      | 54 136 | 54 504 | 54 872 | 55 240  | 55 608  | 55 976  |
| 34     | 24 377      | 24 740 | 25 103 | 25 466 | 25 829 | 26 192  | 26 556  | 34   | 55 976      | 56 344 | 56 712 | 57 080 | 57 448  | 57 817  | 58 185  |
| 35     | 2.19 26 556 | 26 919 | 27 282 | 27 645 | 28 008 | 28 372  | 28 735  | 35   | 2.20 58 185 | 58 553 | 58 921 | 59 289 | 59 657  | 60 026  | 60 394  |
| 36     | 28 735      | 29 098 | 29 461 | 29 825 | 30 188 | 30 551  | 30 914  | 36   | 60 394      | 60 762 | 61 130 | 61 499 | 61 867  | 62 235  | 62 603  |
| 37     | 30 914      | 31 278 | 31 641 | 32 004 | 32 368 | 32 731  | 33 095  | 37   | 62 603      | 62 972 | 63 340 | 63 708 | 64 077  | 64 445  | 64 814  |
| 38     | 33 095      | 33 458 | 33 821 | 34 185 | 34 548 | 34 912  | 35 275  | 38   | 64 814      | 65 182 | 65 550 | 65 919 | 66 287  | 66 656  | 67 024  |
| 39     | 35 275      | 35 639 | 36 002 | 36 366 | 36 729 | 37 093  | 37 456  | 39   | 67 024      | 67 393 | 67 761 | 68 130 | 68 498  | 68 867  | 69 235  |
| 40     | 2.19 37 456 | 37 820 | 38 184 | 38 547 | 38 911 | 39 274  | 39 638  | 40   | 2.20 69 235 | 69 604 | 69 973 | 70 341 | 70 710  | 71 078  | 71 447  |
| 41     | 39 638      | 40 002 | 40 365 | 40 729 | 41 093 | 41 457  | 41 820  | 41   | 71 447      | 71 816 | 72 184 | 72 553 | 72 922  | 73 291  | 73 659  |
| 42     | 41 820      | 42 184 | 42 548 | 42 911 | 43 275 | 43 639  | 44 003  | 42   | 73 659      | 74 028 | 74 397 | 74 766 | 75 134  | 75 503  | 75 872  |
| 43     | 44 003      | 44 367 | 44 731 | 45 094 | 45 458 | 45 822  | 46 186  | 43   | 75 872      | 76 241 | 76 610 | 76 979 | 77 347  | 77 716  | 78 085  |
| 44     | 46 186      | 46 550 | 46 914 | 47 278 | 47 642 | 48 006  | 48 370  | 44   | 78 085      | 78 454 | 78 823 | 79 192 | 79 561  | 79 930  | 80 299  |
| 45     | 2.19 48 370 | 48 734 | 49 098 | 49 462 | 49 826 | 50 190  | 50 554  | 45   | 2.20 80 299 | 80 668 | 81 037 | 81 406 | 81 775  | 82 144  | 82 513  |
| 46     | 50 554      | 50 918 | 51 282 | 51 646 | 52 010 | 52 374  | 52 738  | 46   | 82 513      | 82 882 | 83 251 | 83 621 | 83 990  | 84 359  | 84 728  |
| 47     | 52 738      | 53 102 | 53 467 | 53 831 | 54 195 | 54 559  | 54 923  | 47   | 84 728      | 85 097 | 85 466 | 85 836 | 86 205  | 86 574  | 86 943  |
| 48     | 54 923      | 55 288 | 55 652 | 56 016 | 56 380 | 56 745  | 57 109  | 48   | 86 943      | 87 313 | 87 682 | 88 051 | 88 420  | 88 790  | 89 159  |
| 49     | 57 109      | 57 473 | 57 838 | 58 202 | 58 566 | 58 931  | 59 295  | 49   | 89 159      | 89 528 | 89 898 | 90 267 | 90 637  | 91 006  | 91 375  |
| 50     | 2.19 59 295 | 59 659 | 60 024 | 60 388 | 60 753 | 61 117  | 61 482  | 50   | 2.20 91 375 | 91 745 | 92 114 | 92 484 | 92 853  | 93 223  | 93 592  |
| 51     | 61 482      | 61 846 | 62 211 | 62 575 | 62 940 | 63 304  | 63 669  | 51   | 93 592      | 93 962 | 94 331 | 94 701 | 95 070  | 95 440  | 95 810  |
| 52     | 63 669      | 64 033 | 64 398 | 64 762 | 65 127 | 65 492  | 65 856  | 52   | 95 810      | 96 179 | 96 549 | 96 918 | 97 288  | 97 658  | 98 027  |
| 53     | 65 856      | 66 221 | 66 586 | 66 950 | 67 315 | 67 680  | 68 044  | 53   | 98 027      | 98 397 | 98 767 | 99 136 | 99 506  | 99 876  | 100 246 |
| 54     | 68 044      | 68 409 | 68 774 | 69 139 | 69 503 | 69 868  | 70 233  | 54   | 2.21 00 246 | 00 616 | 00 985 | 01 355 | 01 725  | 02 095  | 02 465  |
| 55     | 2.19 70 233 | 70 598 | 70 962 | 71 327 | 71 692 | 72 057  | 72 422  | 55   | 2.21 02 465 | 02 834 | 03 204 | 03 574 | 03 944  | 04 314  | 04 684  |
| 56     | 72 422      | 72 787 | 73 152 | 73 517 | 73 882 | 74 246  | 74 611  | 56   | 04 684      | 05 054 | 05 424 | 05 794 | 06 164  | 06 534  | 06 904  |
| 57     | 74 611      | 74 976 | 75 341 | 75 706 | 76 071 | 76 436  | 76 801  | 57   | 06 904      | 07 274 | 07 644 | 08 014 | 08 384  | 08 754  | 09 124  |
| 58     | 76 801      | 77 167 | 77 532 | 77 897 | 78 262 | 78 627  | 78 992  | 58   | 09 124      | 09 494 | 09 865 | 10 235 | 10 605  | 10 975  | 11 345  |
| 59     | 78 992      | 79 357 | 79 722 | 80 087 | 80 453 | 80 818  | 81 183  | 59   | 11 345      | 11 715 | 12 086 | 12 456 | 12 826  | 13 196  | 13 567  |

|   | 360   | 361   | 362   | 363   | 364   | 365   | 366   | 367   | 368   | 369   | 370   | 371   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 36.0  | 36.1  | 36.2  | 36.3  | 36.4  | 36.5  | 36.6  | 36.7  | 36.8  | 36.9  | 37.0  | 37.1  |
| 2 | 72.0  | 72.3  | 72.4  | 72.6  | 72.8  | 73.0  | 73.2  | 73.4  | 73.6  | 73.8  | 74.0  | 74.2  |
| 3 | 108.0 | 108.3 | 108.6 | 108.9 | 109.2 | 109.5 | 109.8 | 110.1 | 110.4 | 110.7 | 111.0 | 111.3 |
| 4 | 144.0 | 144.4 | 144.8 | 145.2 | 145.6 | 146.0 | 146.4 | 146.8 | 147.2 | 147.6 | 148.0 | 148.4 |
| 5 | 180.0 | 180.5 | 181.0 | 181.5 | 182.0 | 182.5 | 183.0 | 183.5 | 184.0 | 184.5 | 185.0 | 185.5 |
| 6 | 216.0 | 216.6 | 217.2 | 217.8 | 218.4 | 219.0 | 219.6 | 220.2 | 220.8 | 221.4 | 222.0 | 222.6 |
| 7 | 252.0 | 252.7 | 253.4 | 254.1 | 254.8 | 255.5 | 256.2 | 256.9 | 257.6 | 258.3 | 259.0 | 259.7 |
| 8 | 288.0 | 288.8 | 289.6 | 290.4 | 291.2 | 292.0 | 292.8 | 293.6 | 294.4 | 295.2 | 296.0 | 296.8 |
| 9 | 324.0 | 324.9 | 325.8 | 326.7 | 327.6 | 328.5 | 329.4 | 330.3 | 331.2 | 332.1 | 333.0 | 333.9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |         |         |      |             |         |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 104°   |             |        |        |        |        |         |         | 105° |             |         |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.21 13 567 | 13 937 | 14 307 | 14 678 | 15 048 | 15 418  | 15 789  | 0    | 2.22 47 815 | 48 190  | 48 566  | 48 942  | 49 317  | 49 693  | 50 069  |
| 1      | 15 789      | 16 159 | 16 530 | 16 900 | 17 270 | 17 641  | 18 011  | 1    | 50 069      | 50 444  | 50 820  | 51 196  | 51 571  | 51 947  | 52 323  |
| 2      | 18 011      | 18 382 | 18 752 | 19 123 | 19 493 | 19 864  | 20 234  | 2    | 52 323      | 52 699  | 53 074  | 53 450  | 53 826  | 54 202  | 54 578  |
| 3      | 20 234      | 20 605 | 20 975 | 21 346 | 21 717 | 22 087  | 22 458  | 3    | 54 578      | 54 953  | 55 329  | 55 705  | 56 081  | 56 457  | 56 833  |
| 4      | 22 458      | 22 828 | 23 199 | 23 570 | 23 940 | 24 311  | 24 682  | 4    | 56 833      | 57 209  | 57 585  | 57 961  | 58 337  | 58 713  | 59 089  |
| 5      | 2.21 24 682 | 25 053 | 25 423 | 25 794 | 26 165 | 26 536  | 26 906  | 5    | 2.22 59 089 | 59 465  | 59 841  | 60 217  | 60 593  | 60 969  | 61 345  |
| 6      | 26 906      | 27 277 | 27 648 | 28 019 | 28 390 | 28 761  | 29 131  | 6    | 61 345      | 61 721  | 62 097  | 62 474  | 62 850  | 63 226  | 63 602  |
| 7      | 29 131      | 29 502 | 29 873 | 30 244 | 30 615 | 30 986  | 31 357  | 7    | 63 602      | 63 978  | 64 354  | 64 731  | 65 107  | 65 483  | 65 860  |
| 8      | 31 357      | 31 728 | 32 099 | 32 470 | 32 841 | 33 212  | 33 583  | 8    | 65 860      | 66 236  | 66 612  | 66 988  | 67 365  | 67 741  | 68 118  |
| 9      | 33 583      | 33 954 | 34 325 | 34 697 | 35 068 | 35 439  | 35 810  | 9    | 68 118      | 68 494  | 68 870  | 69 247  | 69 623  | 70 000  | 70 376  |
| 10     | 2.21 35 810 | 36 181 | 36 552 | 36 923 | 37 295 | 37 666  | 38 037  | 10   | 2.22 70 376 | 70 753  | 71 129  | 71 506  | 71 882  | 72 259  | 72 635  |
| 11     | 38 037      | 38 408 | 38 780 | 39 151 | 39 522 | 39 893  | 40 265  | 11   | 72 635      | 73 012  | 73 388  | 73 765  | 74 142  | 74 518  | 74 895  |
| 12     | 40 265      | 40 636 | 41 007 | 41 379 | 41 750 | 42 122  | 42 493  | 12   | 74 895      | 75 272  | 75 648  | 76 025  | 76 402  | 76 778  | 77 155  |
| 13     | 42 493      | 42 864 | 43 236 | 43 607 | 43 979 | 44 350  | 44 722  | 13   | 77 155      | 77 532  | 77 909  | 78 285  | 78 662  | 79 039  | 79 416  |
| 14     | 44 722      | 45 093 | 45 465 | 45 836 | 46 208 | 46 579  | 46 951  | 14   | 79 416      | 79 793  | 80 170  | 80 546  | 80 923  | 81 300  | 81 677  |
| 15     | 2.21 46 951 | 47 323 | 47 694 | 48 066 | 48 437 | 48 809  | 49 181  | 15   | 2.22 81 677 | 82 054  | 82 431  | 82 808  | 83 185  | 83 562  | 83 939  |
| 16     | 49 181      | 49 552 | 49 924 | 50 296 | 50 668 | 51 039  | 51 411  | 16   | 83 939      | 84 316  | 84 693  | 85 070  | 85 447  | 85 824  | 86 201  |
| 17     | 51 411      | 51 783 | 52 155 | 52 526 | 52 898 | 53 270  | 53 642  | 17   | 86 201      | 86 578  | 86 956  | 87 333  | 87 710  | 88 087  | 88 464  |
| 18     | 53 642      | 54 014 | 54 386 | 54 758 | 55 129 | 55 501  | 55 873  | 18   | 88 464      | 88 841  | 89 219  | 89 596  | 90 350  | 90 728  | 91 105  |
| 19     | 55 873      | 56 245 | 56 617 | 56 989 | 57 361 | 57 733  | 58 105  | 19   | 90 728      | 91 105  | 91 482  | 91 860  | 92 237  | 92 614  | 92 992  |
| 20     | 2.21 58 105 | 58 477 | 58 849 | 59 221 | 59 593 | 59 965  | 60 338  | 20   | 2.22 92 992 | 93 369  | 93 747  | 94 124  | 94 501  | 94 879  | 95 256  |
| 21     | 60 338      | 60 710 | 61 082 | 61 454 | 61 826 | 62 198  | 62 571  | 21   | 95 256      | 95 634  | 96 011  | 96 389  | 96 766  | 97 144  | 97 521  |
| 22     | 62 571      | 62 943 | 63 315 | 63 687 | 64 059 | 64 432  | 64 804  | 22   | 97 521      | 97 899  | 98 277  | 98 654  | 99 032  | 99 409  | 99 787  |
| 23     | 64 804      | 65 176 | 65 549 | 65 921 | 66 293 | 66 666  | 67 038  | 23   | 99 787      | 100 165 | 100 542 | 100 920 | 101 298 | 101 676 | 102 053 |
| 24     | 67 038      | 67 410 | 67 783 | 68 155 | 68 528 | 68 900  | 69 272  | 24   | 2.23 02 053 | 02 431  | 02 809  | 03 187  | 03 564  | 03 942  | 04 320  |
| 25     | 2.21 69 272 | 69 645 | 70 017 | 70 390 | 70 762 | 71 135  | 71 508  | 25   | 2.23 04 320 | 04 698  | 05 076  | 05 454  | 05 831  | 06 209  | 06 587  |
| 26     | 71 508      | 71 880 | 72 253 | 72 625 | 72 998 | 73 370  | 73 743  | 26   | 06 587      | 06 965  | 07 343  | 07 721  | 08 099  | 08 477  | 08 855  |
| 27     | 73 743      | 74 116 | 74 488 | 74 861 | 75 234 | 75 606  | 75 979  | 27   | 08 855      | 09 233  | 09 611  | 09 989  | 10 367  | 10 745  | 11 124  |
| 28     | 75 979      | 76 352 | 76 725 | 77 097 | 77 470 | 77 843  | 78 216  | 28   | 11 124      | 11 502  | 11 880  | 12 258  | 12 636  | 13 014  | 13 393  |
| 29     | 78 216      | 78 589 | 78 961 | 79 334 | 79 707 | 80 080  | 80 453  | 29   | 13 393      | 13 771  | 14 149  | 14 527  | 14 905  | 15 284  | 15 662  |
| 30     | 2.21 80 453 | 80 826 | 81 199 | 81 572 | 81 945 | 82 318  | 82 691  | 30   | 2.23 15 662 | 16 040  | 16 419  | 16 797  | 17 175  | 17 554  | 17 932  |
| 31     | 82 691      | 83 064 | 83 437 | 83 810 | 84 183 | 84 556  | 84 929  | 31   | 17 932      | 18 310  | 18 689  | 19 067  | 19 446  | 19 824  | 20 203  |
| 32     | 84 929      | 85 302 | 85 675 | 86 048 | 86 421 | 86 794  | 87 168  | 32   | 20 203      | 20 581  | 20 960  | 21 338  | 21 717  | 22 095  | 22 474  |
| 33     | 87 168      | 87 541 | 87 914 | 88 287 | 88 660 | 89 034  | 89 407  | 33   | 22 474      | 22 852  | 23 231  | 23 610  | 23 988  | 24 367  | 24 746  |
| 34     | 89 407      | 89 780 | 90 153 | 90 527 | 90 900 | 91 273  | 91 647  | 34   | 24 746      | 25 124  | 25 503  | 25 882  | 26 260  | 26 639  | 27 018  |
| 35     | 2.21 91 647 | 92 020 | 92 393 | 92 767 | 93 140 | 93 514  | 93 887  | 35   | 2.23 27 018 | 27 397  | 27 775  | 28 154  | 28 533  | 28 912  | 29 291  |
| 36     | 93 887      | 94 260 | 94 634 | 95 007 | 95 380 | 95 754  | 96 128  | 36   | 29 291      | 29 669  | 30 048  | 30 427  | 30 806  | 31 185  | 31 564  |
| 37     | 96 128      | 96 501 | 96 875 | 97 248 | 97 622 | 97 996  | 98 369  | 37   | 31 564      | 31 943  | 32 322  | 32 701  | 33 080  | 33 459  | 33 838  |
| 38     | 98 369      | 98 743 | 99 116 | 99 490 | 99 864 | 100 237 | 100 611 | 38   | 33 838      | 34 217  | 34 596  | 34 975  | 35 354  | 35 733  | 36 112  |
| 39     | 2.22 00 611 | 00 985 | 01 359 | 01 732 | 02 106 | 02 480  | 02 854  | 39   | 36 112      | 36 491  | 36 871  | 37 250  | 37 629  | 38 008  | 38 387  |
| 40     | 2.22 02 854 | 03 227 | 03 601 | 03 975 | 04 349 | 04 723  | 05 097  | 40   | 2.23 38 387 | 38 767  | 39 146  | 39 525  | 39 904  | 40 284  | 40 663  |
| 41     | 05 097      | 05 470 | 05 844 | 06 218 | 06 592 | 06 966  | 07 340  | 41   | 40 663      | 41 042  | 41 422  | 41 801  | 42 180  | 42 560  | 42 939  |
| 42     | 07 340      | 07 714 | 08 088 | 08 462 | 08 836 | 09 210  | 09 584  | 42   | 42 939      | 43 318  | 43 698  | 44 077  | 44 457  | 44 836  | 45 216  |
| 43     | 09 584      | 09 958 | 10 332 | 10 706 | 11 080 | 11 455  | 11 829  | 43   | 45 216      | 45 595  | 45 975  | 46 354  | 46 734  | 47 113  | 47 493  |
| 44     | 11 829      | 12 203 | 12 577 | 12 951 | 13 325 | 13 700  | 14 074  | 44   | 47 493      | 47 873  | 48 252  | 48 632  | 49 011  | 49 391  | 49 771  |
| 45     | 2.22 14 074 | 14 448 | 14 822 | 15 197 | 15 571 | 15 945  | 16 319  | 45   | 2.23 49 771 | 50 150  | 50 530  | 50 910  | 51 290  | 51 669  | 52 049  |
| 46     | 16 319      | 16 694 | 17 068 | 17 443 | 17 817 | 18 191  | 18 566  | 46   | 52 049      | 52 429  | 52 809  | 53 188  | 53 568  | 53 948  | 54 328  |
| 47     | 18 566      | 18 940 | 19 315 | 19 689 | 20 063 | 20 438  | 20 812  | 47   | 54 328      | 54 708  | 55 088  | 55 468  | 55 848  | 56 227  | 56 607  |
| 48     | 20 812      | 21 187 | 21 561 | 21 936 | 22 310 | 22 685  | 23 060  | 48   | 56 607      | 56 987  | 57 367  | 57 747  | 58 127  | 58 507  | 58 887  |
| 49     | 23 060      | 23 434 | 23 809 | 24 183 | 24 558 | 24 933  | 25 307  | 49   | 58 887      | 59 268  | 59 648  | 60 028  | 60 408  | 60 788  | 61 168  |
| 50     | 2.22 25 307 | 25 682 | 26 057 | 26 432 | 26 806 | 27 181  | 27 556  | 50   | 2.23 61 168 | 61 548  | 61 928  | 62 309  | 62 689  | 63 069  | 63 449  |
| 51     | 27 556      | 27 931 | 28 305 | 28 680 | 29 055 | 29 430  | 29 805  | 51   | 63 449      | 63 829  | 64 210  | 64 590  | 64 970  | 65 351  | 65 731  |
| 52     | 29 805      | 30 179 | 30 554 | 30 929 | 31 304 | 31 679  | 32 054  | 52   | 65 731      | 66 111  | 66 492  | 66 872  | 67 252  | 67 633  | 68 013  |
| 53     | 32 054      | 32 429 | 32 804 | 33 179 | 33 554 | 33 929  | 34 304  | 53   | 68 013      | 68 394  | 68 774  | 69 154  | 69 535  | 69 915  | 70 296  |
| 54     | 34 304      | 34 679 | 35 054 | 35 429 | 35 804 | 36 179  | 36 554  | 54   | 70 296      | 70 676  | 71 057  | 71 438  | 71 818  | 72 199  | 72 579  |
| 55     | 2.22 36 554 | 36 930 | 37 305 | 37 680 | 38 055 | 38 430  | 38 805  | 55   | 2.23 72 579 | 72 960  | 73 341  | 73 721  | 74 102  | 74 482  | 74 863  |
| 56     | 38 805      | 39 181 | 39 556 | 39 931 | 40 306 | 40 682  | 41 057  | 56   | 74 863      | 75 244  | 75 625  | 76 005  | 76 386  | 76 767  | 77 148  |
| 57     | 41 057      | 41 432 | 41 808 | 42 183 | 42 558 | 42 934  | 43 309  | 57   | 77 148      | 77 528  | 77 909  | 78 290  | 78 671  | 79 052  | 79 433  |
| 58     | 43 309      | 43 684 | 44 060 | 44 435 | 44 811 | 45 186  | 45 562  | 58   | 79 433      | 79 814  | 80 195  | 80 575  | 80 956  | 81 337  | 81 718  |
| 59     | 45 562      | 45 937 | 46 313 | 46 688 | 47 064 | 47 439  | 47 815  | 59   | 81 718      | 82 099  | 82 480  | 82 861  | 83 242  | 83 623  | 84 004  |



## Tafel IV.

| log M.      |        |        |        |        |        |        |      |             |        |        |        |        |        |        |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 106°        |        |        |        |        |        |        | 107° |             |        |        |        |        |        |        |
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 2.23 84 004 | 84 386 | 84 767 | 85 148 | 85 529 | 85 910 | 86 291 | 0'   | 2.25 22 216 | 22 603 | 22 989 | 23 376 | 23 763 | 24 150 | 24 537 |
| 86 291      | 86 672 | 87 054 | 87 435 | 87 816 | 88 197 | 88 579 | 1    | 24 537      | 24 924 | 25 311 | 25 698 | 26 085 | 26 472 | 26 859 |
| 88 579      | 88 960 | 89 341 | 89 722 | 90 104 | 90 485 | 90 866 | 2    | 26 859      | 27 246 | 27 633 | 28 020 | 28 407 | 28 794 | 29 181 |
| 90 866      | 91 248 | 91 629 | 92 011 | 92 392 | 92 773 | 93 155 | 3    | 29 181      | 29 568 | 29 955 | 30 342 | 30 729 | 31 117 | 31 504 |
| 93 155      | 93 536 | 93 918 | 94 299 | 94 681 | 95 062 | 95 444 | 4    | 31 504      | 31 891 | 32 278 | 32 665 | 33 053 | 33 440 | 33 827 |
| 2.23 95 444 | 95 825 | 96 207 | 96 588 | 96 970 | 97 352 | 97 733 | 5    | 2.25 33 827 | 34 214 | 34 602 | 34 989 | 35 376 | 35 764 | 36 151 |
| 97 733      | 98 115 | 98 497 | 98 878 | 99 260 | 99 642 | 00 023 | 6    | 36 151      | 36 539 | 36 926 | 37 313 | 37 701 | 38 088 | 38 476 |
| 2.24 00 023 | 00 405 | 00 787 | 01 169 | 01 550 | 01 932 | 02 314 | 7    | 38 476      | 38 863 | 39 251 | 39 638 | 40 026 | 40 413 | 40 801 |
| 02 314      | 02 696 | 03 078 | 03 460 | 03 842 | 04 223 | 04 605 | 8    | 40 801      | 41 189 | 41 576 | 41 964 | 42 352 | 42 739 | 43 127 |
| 04 605      | 04 987 | 05 369 | 05 751 | 06 133 | 06 515 | 06 897 | 9    | 43 127      | 43 515 | 43 902 | 44 290 | 44 678 | 45 065 | 45 453 |
| 2.24 06 897 | 07 279 | 07 661 | 08 043 | 08 425 | 08 807 | 09 189 | 10   | 2.25 45 453 | 45 841 | 46 229 | 46 617 | 47 005 | 47 392 | 47 780 |
| 09 189      | 09 572 | 09 954 | 10 336 | 10 718 | 11 100 | 11 482 | 11   | 47 780      | 48 168 | 48 556 | 48 944 | 49 332 | 49 720 | 50 108 |
| 11 482      | 11 865 | 12 247 | 12 629 | 13 011 | 13 394 | 13 776 | 12   | 50 108      | 50 496 | 50 884 | 51 272 | 51 660 | 52 048 | 52 436 |
| 13 776      | 14 158 | 14 541 | 14 923 | 15 305 | 15 688 | 16 070 | 13   | 52 436      | 52 824 | 53 212 | 53 600 | 53 988 | 54 377 | 54 765 |
| 16 070      | 16 452 | 16 835 | 17 217 | 17 600 | 17 982 | 18 365 | 14   | 54 765      | 55 153 | 55 541 | 55 929 | 56 318 | 56 706 | 57 094 |
| 2.24 18 365 | 18 747 | 19 130 | 19 512 | 19 895 | 20 277 | 20 660 | 15   | 2.25 57 094 | 57 482 | 57 871 | 58 259 | 58 647 | 59 036 | 59 424 |
| 20 660      | 21 042 | 21 425 | 21 808 | 22 190 | 22 573 | 22 956 | 16   | 59 424      | 59 812 | 60 201 | 60 589 | 60 978 | 61 366 | 61 755 |
| 22 956      | 23 338 | 23 721 | 24 104 | 24 486 | 24 869 | 25 252 | 17   | 61 755      | 62 143 | 62 531 | 62 920 | 63 309 | 63 697 | 64 086 |
| 25 252      | 25 635 | 26 017 | 26 400 | 26 783 | 27 166 | 27 549 | 18   | 64 086      | 64 474 | 64 863 | 65 251 | 65 640 | 66 029 | 66 417 |
| 27 549      | 27 932 | 28 315 | 28 697 | 29 080 | 29 463 | 29 846 | 19   | 66 417      | 66 806 | 67 195 | 67 583 | 67 972 | 68 361 | 68 750 |
| 2.24 29 846 | 30 229 | 30 612 | 30 995 | 31 378 | 31 761 | 32 144 | 20   | 2.25 68 750 | 69 138 | 69 527 | 69 916 | 70 305 | 70 694 | 71 083 |
| 32 144      | 32 527 | 32 910 | 33 294 | 33 677 | 34 060 | 34 443 | 21   | 71 083      | 71 471 | 71 860 | 72 249 | 72 638 | 73 027 | 73 416 |
| 34 443      | 34 826 | 35 209 | 35 592 | 35 976 | 36 359 | 36 742 | 22   | 73 416      | 73 805 | 74 194 | 74 583 | 74 972 | 75 361 | 75 750 |
| 36 742      | 37 125 | 37 509 | 37 892 | 38 275 | 38 659 | 39 042 | 23   | 75 750      | 76 139 | 76 528 | 76 917 | 77 306 | 77 696 | 78 085 |
| 39 042      | 39 425 | 39 809 | 40 192 | 40 575 | 40 959 | 41 342 | 24   | 78 085      | 78 474 | 78 863 | 79 252 | 79 642 | 80 031 | 80 420 |
| 2.24 41 342 | 41 726 | 42 109 | 42 493 | 42 876 | 43 260 | 43 643 | 25   | 2.25 80 420 | 80 809 | 81 199 | 81 588 | 81 977 | 82 366 | 82 756 |
| 43 643      | 44 027 | 44 410 | 44 794 | 45 177 | 45 561 | 45 945 | 26   | 82 756      | 83 145 | 83 535 | 83 924 | 84 313 | 84 703 | 85 092 |
| 45 945      | 46 328 | 46 712 | 47 095 | 47 479 | 47 863 | 48 247 | 27   | 85 092      | 85 482 | 85 871 | 86 261 | 86 650 | 87 040 | 87 429 |
| 48 247      | 48 630 | 49 014 | 49 398 | 49 782 | 50 165 | 50 549 | 28   | 87 429      | 87 819 | 88 208 | 88 598 | 88 988 | 89 377 | 89 767 |
| 50 549      | 50 933 | 51 317 | 51 701 | 52 085 | 52 468 | 52 852 | 29   | 89 767      | 90 157 | 90 546 | 90 936 | 91 326 | 91 715 | 92 105 |
| 2.24 52 852 | 53 236 | 53 620 | 54 004 | 54 388 | 54 772 | 55 156 | 30   | 2.25 92 105 | 92 495 | 92 885 | 93 275 | 93 664 | 94 054 | 94 444 |
| 55 156      | 55 540 | 55 924 | 56 308 | 56 692 | 57 076 | 57 460 | 31   | 94 444      | 94 834 | 95 224 | 95 614 | 96 004 | 96 394 | 96 783 |
| 57 460      | 57 845 | 58 229 | 58 613 | 58 997 | 59 381 | 59 765 | 32   | 96 783      | 97 173 | 97 563 | 97 953 | 98 343 | 98 733 | 99 123 |
| 59 765      | 60 149 | 60 534 | 60 918 | 61 302 | 61 686 | 62 071 | 33   | 99 123      | 99 514 | 99 904 | 00 294 | 00 684 | 01 074 | 01 464 |
| 62 071      | 62 455 | 62 839 | 63 224 | 63 608 | 63 992 | 64 377 | 34   | 2.26 01 464 | 01 854 | 02 244 | 02 635 | 03 025 | 03 415 | 03 805 |
| 2.24 64 377 | 64 761 | 65 146 | 65 530 | 65 914 | 66 299 | 66 683 | 35   | 2.26 03 805 | 04 196 | 04 586 | 04 976 | 05 366 | 05 757 | 06 147 |
| 66 683      | 67 068 | 67 452 | 67 837 | 68 221 | 68 606 | 68 991 | 36   | 06 147      | 06 538 | 06 928 | 07 318 | 07 709 | 08 099 | 08 490 |
| 68 991      | 69 375 | 69 760 | 70 144 | 70 529 | 70 914 | 71 298 | 37   | 08 490      | 08 880 | 09 271 | 09 661 | 10 052 | 10 442 | 10 833 |
| 71 298      | 71 683 | 72 068 | 72 452 | 72 837 | 73 222 | 73 607 | 38   | 10 833      | 11 223 | 11 614 | 12 004 | 12 395 | 12 786 | 13 176 |
| 73 607      | 73 992 | 74 376 | 74 761 | 75 146 | 75 531 | 75 916 | 39   | 13 176      | 13 567 | 13 958 | 14 348 | 14 739 | 15 130 | 15 520 |
| 2.24 75 916 | 76 301 | 76 685 | 77 070 | 77 455 | 77 840 | 78 225 | 40   | 2.26 15 520 | 15 911 | 16 302 | 16 693 | 17 084 | 17 474 | 17 865 |
| 78 225      | 78 610 | 78 995 | 79 380 | 79 765 | 80 150 | 80 535 | 41   | 17 865      | 18 256 | 18 647 | 19 038 | 19 429 | 19 820 | 20 211 |
| 80 535      | 80 920 | 81 305 | 81 690 | 82 076 | 82 461 | 82 846 | 42   | 20 211      | 20 602 | 20 993 | 21 384 | 21 775 | 22 166 | 22 557 |
| 82 846      | 83 231 | 83 616 | 84 001 | 84 387 | 84 772 | 85 157 | 43   | 22 557      | 22 948 | 23 339 | 23 730 | 24 121 | 24 512 | 24 903 |
| 85 157      | 85 542 | 85 928 | 86 313 | 86 698 | 87 084 | 87 469 | 44   | 24 903      | 25 294 | 25 686 | 26 077 | 26 468 | 26 859 | 27 251 |
| 2.24 87 469 | 87 854 | 88 240 | 88 625 | 89 010 | 89 396 | 89 781 | 45   | 2.26 27 251 | 27 642 | 28 033 | 28 424 | 28 816 | 29 207 | 29 598 |
| 89 781      | 90 167 | 90 552 | 90 938 | 91 323 | 91 709 | 92 094 | 46   | 29 598      | 29 990 | 30 381 | 30 772 | 31 164 | 31 555 | 31 947 |
| 92 094      | 92 480 | 92 865 | 93 251 | 93 637 | 94 022 | 94 408 | 47   | 31 947      | 32 338 | 32 730 | 33 121 | 33 513 | 33 904 | 34 296 |
| 94 408      | 94 793 | 95 179 | 95 565 | 95 951 | 96 336 | 96 722 | 48   | 34 296      | 34 687 | 35 079 | 35 471 | 35 862 | 36 254 | 36 645 |
| 96 722      | 97 108 | 97 493 | 97 879 | 98 265 | 98 651 | 99 037 | 49   | 36 645      | 37 037 | 37 429 | 37 820 | 38 212 | 38 604 | 38 996 |
| 2.24 99 037 | 99 423 | 99 808 | 00 194 | 00 580 | 00 966 | 01 352 | 50   | 2.26 38 996 | 39 387 | 39 779 | 40 171 | 40 563 | 40 955 | 41 347 |
| 2.25 01 352 | 01 738 | 02 124 | 02 510 | 02 896 | 03 282 | 03 668 | 51   | 41 347      | 41 738 | 42 130 | 42 522 | 42 914 | 43 306 | 43 698 |
| 03 668      | 04 054 | 04 440 | 04 826 | 05 212 | 05 598 | 05 984 | 52   | 43 698      | 44 090 | 44 482 | 44 874 | 45 266 | 45 658 | 46 050 |
| 05 984      | 06 370 | 06 757 | 07 143 | 07 529 | 07 915 | 08 301 | 53   | 46 050      | 46 442 | 46 834 | 47 226 | 47 618 | 48 011 | 48 403 |
| 08 301      | 08 688 | 09 074 | 09 460 | 09 846 | 10 233 | 10 619 | 54   | 48 403      | 48 795 | 49 187 | 49 579 | 49 971 | 50 364 | 50 756 |
| 2.25 10 619 | 11 005 | 11 392 | 11 778 | 12 164 | 12 551 | 12 937 | 55   | 2.26 50 756 | 51 148 | 51 540 | 51 933 | 52 325 | 52 717 | 53 110 |
| 12 937      | 13 324 | 13 710 | 14 096 | 14 483 | 14 869 | 15 256 | 56   | 53 110      | 53 502 | 53 895 | 54 287 | 54 679 | 55 072 | 55 464 |
| 15 256      | 15 642 | 16 029 | 16 416 | 16 802 | 17 189 | 17 575 | 57   | 55 464      | 55 857 | 56 249 | 56 642 | 57 034 | 57 427 | 57 819 |
| 17 575      | 17 962 | 18 349 | 18 735 | 19 122 | 19 509 | 19 895 | 58   | 57 819      | 58 212 | 58 605 | 58 997 | 59 390 | 59 782 | 60 175 |
| 19 895      | 20 282 | 20 669 | 21 055 | 21 442 | 21 829 | 22 216 | 59   | 60 175      | 60 568 | 60 960 | 61 353 | 61 746 | 62 139 | 62 531 |

|   | 381   | 382   | 383   | 384   | 385   | 386   | 387   | 388   | 389   | 390   | 391   | 392   | 393   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 38.1  | 38.2  | 38.3  | 38.4  | 38.5  | 38.6  | 38.7  | 38.8  | 38.9  | 39.0  | 39.1  | 39.2  | 39.3  | 1 |
| 2 | 76.2  | 76.4  | 76.6  | 76.8  | 77.0  | 77.2  | 77.4  | 77.6  | 77.8  | 78.0  | 78.2  | 78.4  | 78.6  | 2 |
| 3 | 114.3 | 114.6 | 114.9 | 115.2 | 115.5 | 115.8 | 116.1 | 116.4 | 116.7 | 117.0 | 117.3 | 117.6 | 117.9 | 3 |
| 4 | 152.4 | 152.8 | 153.2 | 153.6 | 154.0 | 154.4 | 154.8 | 155.2 | 155.6 | 156.0 | 156.4 | 156.8 | 157.2 | 4 |
| 5 | 190.5 | 191.0 | 191.5 | 192.0 | 192.5 | 193.0 | 193.5 | 194.0 | 194.5 | 195.0 | 195.5 | 196.0 | 196.5 | 5 |
| 6 | 228.6 | 229.2 | 229.8 | 230.4 | 231.0 | 231.6 | 232.2 | 232.8 | 233.4 | 234.0 | 234.6 | 235.2 | 235.8 | 6 |
| 7 | 266.7 | 267.4 | 268.1 | 268.8 | 269.5 | 270.2 | 270.9 | 271.6 | 272.3 | 273.0 | 273.7 | 274.4 | 275.1 | 7 |
| 8 | 304.8 | 305.6 | 306.4 | 307.2 | 308.0 | 308.8 | 309.6 | 310.4 | 311.2 | 312.0 | 312.8 | 313.6 | 314.4 | 8 |
| 9 | 342.9 | 343.8 | 344.7 | 345.6 | 346.5 | 347.4 | 348.3 | 349.2 | 350.1 | 351.0 | 351.9 | 352.8 | 353.7 | 9 |



## Tafel IV.

log  $M$ .

| 108° |             |        |        |        |        |        |         | 109° |             |        |        |         |         |         |  |
|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|--|
| $v$  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"     | $v$  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     |  |
| 0'   | 2.26 62 531 | 62 924 | 63 317 | 63 710 | 64 103 | 64 495 | 64 888  | 0'   | 2.28 05 037 | 05 436 | 05 835 | 06 234  | 06 633  | 07 032  |  |
| 1    | 64 888      | 65 281 | 65 674 | 66 067 | 66 460 | 66 853 | 67 246  | 1    | 07 431      | 07 830 | 08 229 | 08 628  | 09 028  | 09 427  |  |
| 2    | 67 246      | 67 639 | 68 032 | 68 425 | 68 818 | 69 211 | 69 604  | 2    | 09 826      | 10 225 | 10 624 | 11 024  | 11 423  | 11 822  |  |
| 3    | 69 604      | 69 997 | 70 390 | 70 783 | 71 176 | 71 569 | 71 963  | 3    | 12 221      | 12 621 | 13 020 | 13 419  | 13 819  | 14 218  |  |
| 4    | 71 963      | 72 356 | 72 749 | 73 142 | 73 535 | 73 929 | 74 322  | 4    | 14 617      | 15 017 | 15 416 | 15 816  | 16 215  | 16 615  |  |
| 5    | 2.26 74 322 | 74 715 | 75 109 | 75 502 | 75 895 | 76 289 | 76 682  | 5    | 2.28 17 014 | 17 414 | 17 813 | 18 213  | 18 612  | 19 012  |  |
| 6    | 76 682      | 77 075 | 77 469 | 77 862 | 78 256 | 78 649 | 79 042  | 6    | 19 411      | 19 811 | 20 211 | 20 610  | 21 010  | 21 410  |  |
| 7    | 79 042      | 79 436 | 79 829 | 80 223 | 80 617 | 81 010 | 81 404  | 7    | 21 809      | 22 209 | 22 609 | 23 009  | 23 408  | 23 808  |  |
| 8    | 81 404      | 81 797 | 82 191 | 82 584 | 82 978 | 83 372 | 83 765  | 8    | 24 208      | 24 608 | 25 008 | 25 408  | 25 807  | 26 207  |  |
| 9    | 83 765      | 84 159 | 84 553 | 84 947 | 85 340 | 85 734 | 86 128  | 9    | 26 607      | 27 007 | 27 407 | 27 807  | 28 207  | 28 607  |  |
| 10   | 2.26 86 128 | 86 522 | 86 915 | 87 309 | 87 703 | 88 097 | 88 491  | 10   | 2.28 29 007 | 29 407 | 29 807 | 30 207  | 30 607  | 31 007  |  |
| 11   | 88 491      | 88 885 | 89 279 | 89 673 | 90 067 | 90 460 | 90 854  | 11   | 31 408      | 31 808 | 32 208 | 32 608  | 33 008  | 33 408  |  |
| 12   | 90 854      | 91 248 | 91 642 | 92 037 | 92 431 | 92 825 | 93 219  | 12   | 33 809      | 34 209 | 34 609 | 35 010  | 35 410  | 35 810  |  |
| 13   | 93 219      | 93 613 | 94 007 | 94 401 | 94 795 | 95 189 | 95 584  | 13   | 36 210      | 36 611 | 37 011 | 37 412  | 37 812  | 38 212  |  |
| 14   | 95 584      | 95 978 | 96 372 | 96 766 | 97 160 | 97 555 | 97 949  | 14   | 38 613      | 39 013 | 39 414 | 39 814  | 40 215  | 40 615  |  |
| 15   | 2.26 97 949 | 98 343 | 98 738 | 99 132 | 99 526 | 99 921 | 100 315 | 15   | 2.28 41 016 | 41 417 | 41 817 | 42 218  | 42 618  | 43 019  |  |
| 16   | 2.27 00 315 | 00 709 | 01 104 | 01 498 | 01 893 | 02 287 | 02 682  | 16   | 43 420      | 43 820 | 44 221 | 44 622  | 45 022  | 45 423  |  |
| 17   | 02 682      | 03 076 | 03 471 | 03 865 | 04 260 | 04 654 | 05 049  | 17   | 45 824      | 46 225 | 46 626 | 47 026  | 47 427  | 47 828  |  |
| 18   | 05 049      | 05 444 | 05 838 | 06 233 | 06 628 | 07 022 | 07 417  | 18   | 48 229      | 48 630 | 49 031 | 49 432  | 49 833  | 50 234  |  |
| 19   | 07 417      | 07 812 | 08 206 | 08 601 | 08 996 | 09 391 | 09 786  | 19   | 50 635      | 51 036 | 51 437 | 51 838  | 52 239  | 52 640  |  |
| 20   | 2.27 09 786 | 10 180 | 10 575 | 10 970 | 11 365 | 11 760 | 12 155  | 20   | 2.28 53 041 | 53 442 | 53 843 | 54 244  | 54 645  | 55 047  |  |
| 21   | 12 155      | 12 550 | 12 945 | 13 340 | 13 734 | 14 129 | 14 524  | 21   | 55 448      | 55 849 | 56 250 | 56 651  | 57 053  | 57 454  |  |
| 22   | 14 524      | 14 920 | 15 315 | 15 710 | 16 105 | 16 500 | 16 895  | 22   | 57 855      | 58 257 | 58 658 | 59 059  | 59 461  | 59 862  |  |
| 23   | 16 895      | 17 290 | 17 685 | 18 080 | 18 475 | 18 871 | 19 266  | 23   | 60 263      | 60 665 | 61 066 | 61 468  | 61 869  | 62 271  |  |
| 24   | 19 266      | 19 661 | 20 056 | 20 452 | 20 847 | 21 242 | 21 638  | 24   | 62 672      | 63 074 | 63 475 | 63 877  | 64 279  | 64 680  |  |
| 25   | 2.27 21 638 | 22 033 | 22 428 | 22 824 | 23 219 | 23 614 | 24 010  | 25   | 2.28 65 082 | 65 483 | 65 885 | 66 287  | 66 688  | 67 090  |  |
| 26   | 24 010      | 24 405 | 24 801 | 25 196 | 25 592 | 25 987 | 26 383  | 26   | 67 492      | 67 894 | 68 295 | 68 697  | 69 099  | 69 501  |  |
| 27   | 26 383      | 26 778 | 27 174 | 27 569 | 27 965 | 28 360 | 28 756  | 27   | 69 903      | 70 304 | 70 706 | 71 108  | 71 510  | 71 912  |  |
| 28   | 28 756      | 29 152 | 29 547 | 29 943 | 30 339 | 30 734 | 31 130  | 28   | 72 314      | 72 716 | 73 118 | 73 520  | 73 922  | 74 324  |  |
| 29   | 31 130      | 31 526 | 31 922 | 32 317 | 32 713 | 33 109 | 33 505  | 29   | 74 726      | 75 128 | 75 530 | 75 932  | 76 334  | 76 737  |  |
| 30   | 2.27 33 505 | 33 901 | 34 297 | 34 693 | 35 088 | 35 484 | 35 880  | 30   | 2.28 77 139 | 77 541 | 77 943 | 78 345  | 78 748  | 79 150  |  |
| 31   | 35 880      | 36 276 | 36 672 | 37 068 | 37 464 | 37 860 | 38 256  | 31   | 79 552      | 79 954 | 80 357 | 80 759  | 81 161  | 81 564  |  |
| 32   | 38 256      | 38 652 | 39 048 | 39 444 | 39 841 | 40 237 | 40 633  | 32   | 81 966      | 82 368 | 82 771 | 83 173  | 83 576  | 83 978  |  |
| 33   | 40 633      | 41 029 | 41 425 | 41 821 | 42 218 | 42 614 | 43 010  | 33   | 84 381      | 84 783 | 85 186 | 85 588  | 85 991  | 86 393  |  |
| 34   | 43 010      | 43 406 | 43 803 | 44 199 | 44 595 | 44 992 | 45 388  | 34   | 86 796      | 87 199 | 87 601 | 88 004  | 88 407  | 88 809  |  |
| 35   | 2.27 45 388 | 45 784 | 46 181 | 46 577 | 46 973 | 47 370 | 47 766  | 35   | 2.28 89 212 | 89 615 | 90 017 | 90 420  | 90 823  | 91 226  |  |
| 36   | 47 766      | 48 163 | 48 559 | 48 956 | 49 352 | 49 749 | 50 145  | 36   | 91 628      | 92 031 | 92 434 | 92 837  | 93 240  | 93 643  |  |
| 37   | 50 145      | 50 542 | 50 939 | 51 335 | 51 732 | 52 128 | 52 525  | 37   | 94 046      | 94 449 | 94 852 | 95 255  | 95 658  | 96 061  |  |
| 38   | 52 525      | 52 922 | 53 318 | 53 715 | 54 112 | 54 509 | 54 905  | 38   | 96 464      | 96 867 | 97 270 | 97 673  | 98 076  | 98 479  |  |
| 39   | 54 905      | 55 302 | 55 699 | 56 096 | 56 493 | 56 889 | 57 286  | 39   | 2.28 98 882 | 99 285 | 99 688 | 100 092 | 100 495 | 100 898 |  |
| 40   | 2.27 57 286 | 57 683 | 58 080 | 58 477 | 58 874 | 59 271 | 59 668  | 40   | 2.29 01 301 | 01 705 | 02 108 | 02 511  | 02 914  | 03 318  |  |
| 41   | 59 668      | 60 065 | 60 462 | 60 859 | 61 256 | 61 653 | 62 050  | 41   | 03 721      | 04 124 | 04 528 | 04 931  | 05 335  | 05 738  |  |
| 42   | 62 050      | 62 447 | 62 844 | 63 241 | 63 639 | 64 036 | 64 433  | 42   | 06 142      | 06 545 | 06 949 | 07 352  | 07 756  | 08 159  |  |
| 43   | 64 433      | 64 830 | 65 227 | 65 625 | 66 022 | 66 419 | 66 816  | 43   | 08 563      | 08 966 | 09 370 | 09 773  | 10 177  | 10 581  |  |
| 44   | 66 816      | 67 214 | 67 611 | 68 008 | 68 406 | 68 803 | 69 200  | 44   | 10 984      | 11 388 | 11 792 | 12 196  | 12 599  | 13 003  |  |
| 45   | 2.27 69 200 | 69 598 | 69 995 | 70 393 | 70 790 | 71 188 | 71 585  | 45   | 2.29 13 407 | 13 811 | 14 214 | 14 618  | 15 022  | 15 426  |  |
| 46   | 71 585      | 71 983 | 72 380 | 72 778 | 73 175 | 73 573 | 73 970  | 46   | 15 830      | 16 234 | 16 638 | 17 042  | 17 446  | 17 850  |  |
| 47   | 73 970      | 74 368 | 74 766 | 75 163 | 75 561 | 75 959 | 76 356  | 47   | 18 254      | 18 658 | 19 062 | 19 466  | 19 870  | 20 274  |  |
| 48   | 76 356      | 76 754 | 77 152 | 77 550 | 77 947 | 78 345 | 78 743  | 48   | 20 678      | 21 082 | 21 486 | 21 890  | 22 295  | 22 699  |  |
| 49   | 78 743      | 79 141 | 79 539 | 79 937 | 80 334 | 80 732 | 81 130  | 49   | 23 103      | 23 507 | 23 912 | 24 316  | 24 720  | 25 124  |  |
| 50   | 2.27 81 130 | 81 528 | 81 926 | 82 324 | 82 722 | 83 120 | 83 518  | 50   | 2.29 25 529 | 25 933 | 26 337 | 26 742  | 27 146  | 27 551  |  |
| 51   | 83 518      | 83 916 | 84 314 | 84 712 | 85 110 | 85 508 | 85 907  | 51   | 27 955      | 28 360 | 28 764 | 29 169  | 29 573  | 29 978  |  |
| 52   | 85 907      | 86 305 | 86 703 | 87 101 | 87 499 | 87 897 | 88 296  | 52   | 30 382      | 30 787 | 31 191 | 31 596  | 32 000  | 32 405  |  |
| 53   | 88 296      | 88 694 | 89 092 | 89 490 | 89 889 | 90 287 | 90 685  | 53   | 32 810      | 33 214 | 33 619 | 34 024  | 34 429  | 34 833  |  |
| 54   | 90 685      | 91 084 | 91 482 | 91 880 | 92 279 | 92 677 | 93 076  | 54   | 35 238      | 35 643 | 36 048 | 36 452  | 36 857  | 37 262  |  |
| 55   | 2.27 93 076 | 93 474 | 93 873 | 94 271 | 94 670 | 95 068 | 95 467  | 55   | 2.29 37 667 | 38 072 | 38 477 | 38 882  | 39 287  | 39 692  |  |
| 56   | 95 467      | 95 865 | 96 264 | 96 662 | 97 061 | 97 460 | 97 858  | 56   | 40 097      | 40 502 | 40 907 | 41 312  | 41 717  | 42 122  |  |
| 57   | 97 858      | 98 257 | 98 656 | 99 054 | 99 453 | 99 852 | 100 251 | 57   | 42 527      | 42 932 | 43 337 | 43 742  | 44 147  | 44 553  |  |
| 58   | 2.28 00 251 | 00 649 | 01 048 | 01 447 | 01 846 | 02 245 | 02 643  | 58   | 44 958      | 45 363 | 45 768 | 46 174  | 46 579  | 46 984  |  |
| 59   | 02 643      | 03 042 | 03 441 | 03 840 | 04 239 | 04 638 | 05 037  | 59   | 47 389      | 47 795 | 48 200 | 48 605  | 49 011  | 49 416  |  |

|   | 392   | 393   | 394   | 395   | 396   | 397   | 398   | 399   | 400   | 401   | 402   | 403   | 404   | 405   | 406   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 39.2  | 39.3  | 39.4  | 39.5  | 39.6  | 39.7  | 39.8  | 39.9  | 40.0  | 40.1  | 40.2  | 40.3  | 40.4  | 40.5  | 40.6  | 1 |
| 2 | 78.4  | 78.6  | 78.8  | 79.0  | 79.2  | 79.4  | 79.6  | 79.8  | 80.0  | 80.2  | 80.4  | 80.6  | 80.8  | 81.0  | 81.2  | 2 |
| 3 | 117.6 | 117.9 | 118.2 | 118.5 | 118.8 | 119.1 | 119.4 | 119.7 | 120.0 | 120.3 | 120.6 | 120.9 | 121.2 | 121.5 | 121.8 | 3 |
| 4 | 156.8 | 157.2 | 157.6 | 158.0 | 158.4 | 158.8 | 159.2 | 159.6 | 160.0 | 160.4 | 160.8 | 161.2 | 161.6 | 162.0 | 162.4 | 4 |
| 5 | 196.0 | 196.5 | 197.0 | 197.5 | 198.0 | 198.5 | 199.0 | 199.5 | 200.0 | 200.5 | 201.0 | 201.5 | 202.0 | 202.5 | 203.0 | 5 |
| 6 | 235.2 | 235.8 | 236.4 | 237.0 | 237.6 | 238.2 | 238.8 | 239.4 | 240.0 | 240.6 | 241.2 | 241.8 | 242.4 | 243.0 | 243.6 | 6 |
| 7 | 274.4 | 275.1 | 275.8 | 276.5 | 277.2 | 277.9 | 278.6 | 279.3 | 280.0 | 280.7 | 281.4 | 282.1 | 282.8 | 283.5 | 284.2 | 7 |
| 8 | 313.6 | 314.4 | 315.2 | 316.0 | 316.8 | 317.6 | 318.4 | 319.2 | 320.0 | 320.8 | 321.6 | 322.4 | 323.2 | 324.0 | 324.8 | 8 |
| 9 | 352.8 | 353.7 | 354.6 | 355.5 | 356.4 | 357.3 | 358.2 | 359.1 | 360.0 | 360.9 | 361.8 | 362.7 | 363.6 | 364.5 | 365.4 | 9 |



## Tafel IV.

| log M.      |        |        |        |         |         |         |    |             |        |         |         |         |         |         |    |
|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|----|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| 110°        |        |        |        |         |         |         |    | 111°        |        |         |         |         |         |         |    |
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v  |
| 2.29 49 822 | 50 227 | 50 633 | 51 038 | 51 444  | 51 849  | 52 255  | 0' | 2.30 96 978 | 97 390 | 97 802  | 98 214  | 98 626  | 99 039  | 99 451  | 0' |
| 52 255      | 52 660 | 53 066 | 53 471 | 53 877  | 54 283  | 54 688  | 1  | 99 451      | 99 863 | 100 275 | 100 688 | 101 100 | 101 512 | 101 925 | 1  |
| 54 688      | 55 094 | 55 499 | 55 905 | 56 311  | 56 717  | 57 122  | 2  | 2.31 01 925 | 02 337 | 02 750  | 03 162  | 03 574  | 03 987  | 04 399  | 2  |
| 57 122      | 57 528 | 57 934 | 58 340 | 58 746  | 59 151  | 59 557  | 3  | 04 399      | 04 812 | 05 224  | 05 637  | 06 049  | 06 462  | 06 875  | 3  |
| 59 557      | 59 963 | 60 369 | 60 775 | 61 181  | 61 587  | 61 993  | 4  | 06 875      | 07 287 | 07 700  | 08 113  | 08 525  | 08 938  | 09 351  | 4  |
| 2.29 61 993 | 62 399 | 62 805 | 63 211 | 63 617  | 64 023  | 64 429  | 5  | 2.31 09 351 | 09 763 | 10 176  | 10 589  | 11 002  | 11 414  | 11 827  | 5  |
| 64 429      | 64 835 | 65 241 | 65 647 | 66 054  | 66 460  | 66 866  | 6  | 11 827      | 12 240 | 12 653  | 13 066  | 13 479  | 13 892  | 14 305  | 6  |
| 66 866      | 67 272 | 67 678 | 68 085 | 68 491  | 68 897  | 69 303  | 7  | 14 305      | 14 718 | 15 131  | 15 544  | 15 957  | 16 370  | 16 783  | 7  |
| 69 303      | 69 710 | 70 116 | 70 522 | 70 929  | 71 335  | 71 742  | 8  | 16 783      | 17 196 | 17 609  | 18 022  | 18 435  | 18 848  | 19 261  | 8  |
| 71 742      | 72 148 | 72 554 | 72 960 | 73 367  | 73 774  | 74 180  | 9  | 19 261      | 19 675 | 20 088  | 20 501  | 20 914  | 21 327  | 21 741  | 9  |
| 2.29 74 180 | 74 587 | 74 994 | 75 400 | 75 807  | 76 213  | 76 620  | 10 | 2.31 21 741 | 22 154 | 22 567  | 22 981  | 23 394  | 23 807  | 24 221  | 10 |
| 76 620      | 77 027 | 77 433 | 77 840 | 78 247  | 78 653  | 79 060  | 11 | 24 221      | 24 634 | 25 048  | 25 461  | 25 875  | 26 288  | 26 702  | 11 |
| 79 060      | 79 467 | 79 874 | 80 280 | 80 687  | 81 094  | 81 501  | 12 | 26 702      | 27 115 | 27 529  | 27 942  | 28 356  | 28 770  | 29 183  | 12 |
| 81 501      | 81 908 | 82 315 | 82 722 | 83 129  | 83 536  | 83 942  | 13 | 29 183      | 29 597 | 30 010  | 30 424  | 30 838  | 31 252  | 31 665  | 13 |
| 83 942      | 84 349 | 84 756 | 85 163 | 85 571  | 85 978  | 86 385  | 14 | 31 665      | 32 079 | 32 493  | 32 907  | 33 321  | 33 734  | 34 148  | 14 |
| 2.29 86 385 | 86 792 | 87 199 | 87 606 | 88 013  | 88 420  | 88 828  | 15 | 2.31 34 148 | 34 562 | 34 976  | 35 390  | 35 804  | 36 218  | 36 632  | 15 |
| 88 828      | 89 235 | 89 642 | 90 049 | 90 456  | 90 864  | 91 271  | 16 | 36 632      | 37 046 | 37 460  | 37 874  | 38 288  | 38 702  | 39 116  | 16 |
| 91 271      | 91 678 | 92 086 | 92 493 | 92 900  | 93 308  | 93 715  | 17 | 39 116      | 39 530 | 39 944  | 40 358  | 40 773  | 41 187  | 41 601  | 17 |
| 93 715      | 94 123 | 94 530 | 94 938 | 95 345  | 95 752  | 96 160  | 18 | 41 601      | 42 015 | 42 429  | 42 844  | 43 258  | 43 672  | 44 087  | 18 |
| 96 160      | 96 568 | 96 975 | 97 383 | 97 790  | 98 198  | 98 606  | 19 | 44 087      | 44 501 | 44 915  | 45 330  | 45 744  | 46 159  | 46 573  | 19 |
| 2.29 98 606 | 99 013 | 99 421 | 99 828 | 100 236 | 100 644 | 101 052 | 20 | 2.31 46 573 | 46 987 | 47 402  | 47 816  | 48 231  | 48 645  | 49 060  | 20 |
| 2.30 01 052 | 01 459 | 01 867 | 02 275 | 02 683  | 03 091  | 03 499  | 21 | 49 060      | 49 475 | 49 889  | 50 304  | 50 718  | 51 133  | 51 548  | 21 |
| 03 499      | 03 906 | 04 314 | 04 722 | 05 130  | 05 538  | 05 946  | 22 | 51 548      | 51 962 | 52 377  | 52 792  | 53 207  | 53 621  | 54 036  | 22 |
| 05 946      | 06 354 | 06 762 | 07 170 | 07 578  | 07 986  | 08 394  | 23 | 54 036      | 54 451 | 54 866  | 55 281  | 55 695  | 56 110  | 56 525  | 23 |
| 08 394      | 08 802 | 09 210 | 09 619 | 10 027  | 10 435  | 10 843  | 24 | 56 525      | 56 940 | 57 355  | 57 770  | 58 185  | 58 600  | 59 015  | 24 |
| 2.30 10 843 | 11 251 | 11 659 | 12 068 | 12 476  | 12 884  | 13 293  | 25 | 2.31 59 015 | 59 430 | 59 845  | 60 260  | 60 675  | 61 090  | 61 506  | 25 |
| 13 293      | 13 701 | 14 109 | 14 518 | 14 926  | 15 334  | 15 743  | 26 | 61 506      | 61 921 | 62 336  | 62 751  | 63 166  | 63 582  | 63 997  | 26 |
| 15 743      | 16 151 | 16 560 | 16 968 | 17 377  | 17 785  | 18 194  | 27 | 63 997      | 64 412 | 64 827  | 65 243  | 65 658  | 66 073  | 66 489  | 27 |
| 18 194      | 18 602 | 19 011 | 19 419 | 19 828  | 20 236  | 20 645  | 28 | 66 489      | 66 904 | 67 319  | 67 735  | 68 150  | 68 566  | 68 981  | 28 |
| 20 645      | 21 054 | 21 462 | 21 871 | 22 280  | 22 689  | 23 097  | 29 | 68 981      | 69 397 | 69 812  | 70 228  | 70 643  | 71 059  | 71 475  | 29 |
| 2.30 23 097 | 23 506 | 23 915 | 24 324 | 24 732  | 25 141  | 25 550  | 30 | 2.31 71 475 | 71 890 | 72 306  | 72 721  | 73 137  | 73 553  | 73 969  | 30 |
| 25 550      | 25 959 | 26 368 | 26 777 | 27 186  | 27 595  | 28 004  | 31 | 73 969      | 74 384 | 74 800  | 75 216  | 75 632  | 76 047  | 76 463  | 31 |
| 28 004      | 28 413 | 28 822 | 29 231 | 29 640  | 30 049  | 30 458  | 32 | 76 463      | 76 879 | 77 295  | 77 711  | 78 127  | 78 543  | 78 959  | 32 |
| 30 458      | 30 867 | 31 276 | 31 685 | 32 094  | 32 504  | 32 913  | 33 | 78 959      | 79 375 | 79 791  | 80 207  | 80 623  | 81 039  | 81 455  | 33 |
| 32 913      | 33 322 | 33 731 | 34 141 | 34 550  | 34 959  | 35 368  | 34 | 81 455      | 81 871 | 82 287  | 82 703  | 83 119  | 83 535  | 83 952  | 34 |
| 2.30 35 368 | 35 778 | 36 187 | 36 596 | 37 006  | 37 415  | 37 825  | 35 | 2.31 83 952 | 84 368 | 84 784  | 85 200  | 85 616  | 86 033  | 86 449  | 35 |
| 37 825      | 38 234 | 38 644 | 39 053 | 39 462  | 39 872  | 40 282  | 36 | 86 449      | 86 865 | 87 282  | 87 698  | 88 114  | 88 531  | 88 947  | 36 |
| 40 282      | 40 691 | 41 101 | 41 510 | 41 920  | 42 329  | 42 739  | 37 | 88 947      | 89 364 | 89 780  | 90 197  | 90 613  | 91 030  | 91 446  | 37 |
| 42 739      | 43 149 | 43 558 | 43 968 | 44 378  | 44 788  | 45 197  | 38 | 91 446      | 91 863 | 92 279  | 92 696  | 93 112  | 93 529  | 93 946  | 38 |
| 45 197      | 45 607 | 46 017 | 46 427 | 46 837  | 47 246  | 47 656  | 39 | 93 946      | 94 362 | 94 779  | 95 196  | 95 613  | 96 029  | 96 446  | 39 |
| 2.30 47 656 | 48 066 | 48 476 | 48 886 | 49 296  | 49 706  | 50 116  | 40 | 2.31 96 446 | 96 863 | 97 280  | 97 696  | 98 113  | 98 530  | 98 947  | 40 |
| 50 116      | 50 526 | 50 936 | 51 346 | 51 756  | 52 166  | 52 576  | 41 | 98 947      | 99 364 | 99 781  | 100 198 | 100 615 | 101 032 | 101 449 | 41 |
| 52 576      | 52 986 | 53 396 | 53 806 | 54 217  | 54 627  | 55 037  | 42 | 2.32 01 449 | 01 866 | 02 283  | 02 700  | 03 117  | 03 534  | 03 951  | 42 |
| 55 037      | 55 447 | 55 858 | 56 268 | 56 678  | 57 088  | 57 499  | 43 | 03 951      | 04 368 | 04 785  | 05 203  | 05 620  | 06 037  | 06 454  | 43 |
| 57 499      | 57 909 | 58 320 | 58 730 | 59 140  | 59 551  | 59 961  | 44 | 06 454      | 06 872 | 07 289  | 07 707  | 08 123  | 08 541  | 08 958  | 44 |
| 2.30 59 961 | 60 372 | 60 782 | 61 193 | 61 603  | 62 014  | 62 424  | 45 | 2.32 08 958 | 09 376 | 09 793  | 10 210  | 10 628  | 11 045  | 11 463  | 45 |
| 62 424      | 62 835 | 63 245 | 63 656 | 64 066  | 64 477  | 64 888  | 46 | 11 463      | 11 880 | 12 298  | 12 715  | 13 133  | 13 550  | 13 968  | 46 |
| 64 888      | 65 298 | 65 709 | 66 120 | 66 531  | 66 941  | 67 352  | 47 | 13 968      | 14 386 | 14 803  | 15 221  | 15 638  | 16 056  | 16 474  | 47 |
| 67 352      | 67 763 | 68 174 | 68 585 | 68 995  | 69 406  | 69 817  | 48 | 16 474      | 16 892 | 17 309  | 17 727  | 18 145  | 18 563  | 18 981  | 48 |
| 69 817      | 70 228 | 70 639 | 71 050 | 71 461  | 71 872  | 72 283  | 49 | 18 981      | 19 398 | 19 816  | 20 234  | 20 652  | 21 070  | 21 488  | 49 |
| 2.30 72 283 | 72 694 | 73 105 | 73 516 | 73 927  | 74 338  | 74 749  | 50 | 2.32 21 488 | 21 906 | 22 324  | 22 742  | 23 160  | 23 578  | 23 996  | 50 |
| 74 749      | 75 160 | 75 572 | 75 983 | 76 394  | 76 805  | 77 216  | 51 | 23 996      | 24 414 | 24 832  | 25 250  | 25 668  | 26 087  | 26 505  | 51 |
| 77 216      | 77 628 | 78 039 | 78 450 | 78 861  | 79 273  | 79 684  | 52 | 26 505      | 26 923 | 27 341  | 27 759  | 28 178  | 28 596  | 29 014  | 52 |
| 79 684      | 80 096 | 80 507 | 80 918 | 81 330  | 81 741  | 82 153  | 53 | 29 014      | 29 433 | 29 851  | 30 269  | 30 688  | 31 106  | 31 524  | 53 |
| 82 153      | 82 564 | 82 976 | 83 387 | 83 799  | 84 210  | 84 622  | 54 | 31 524      | 31 943 | 32 361  | 32 780  | 33 198  | 33 617  | 34 035  | 54 |
| 2.30 84 622 | 85 033 | 85 445 | 85 857 | 86 268  | 86 680  | 87 092  | 55 | 2.32 34 035 | 34 454 | 34 872  | 35 291  | 35 710  | 36 128  | 36 547  | 55 |
| 87 092      | 87 503 | 87 915 | 88 327 | 88 738  | 89 150  | 89 562  | 56 | 36 547      | 36 966 | 37 384  | 37 803  | 38 222  | 38 641  | 39 059  | 56 |
| 89 562      | 89 974 | 90 386 | 90 798 | 91 209  | 91 621  | 92 033  | 57 | 39 059      | 39 478 | 39 897  | 40 316  | 40 735  | 41 153  | 41 572  | 57 |
| 92 033      | 92 445 | 92 857 | 93 269 | 93 681  | 94 093  | 94 505  | 58 | 41 572      | 41 991 | 42 410  | 42 829  | 43 248  | 43 667  | 44 086  | 58 |
| 94 505      | 94 917 | 95 329 | 95 741 | 96 153  | 96 565  | 96 978  | 59 | 44 086      | 44 505 | 44 924  | 45 343  | 45 762  | 46 181  | 46 601  | 59 |

|   | 405   | 406   | 407   | 408   | 409   | 410   | 411   | 412   | 413   | 414   | 415   | 416   | 417   | 418   | 419   | 420   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 40.5  | 40.6  | 40.7  | 40.8  | 40.9  | 41.0  | 41.1  | 41.2  | 41.3  | 41.4  | 41.5  | 41.6  | 41.7  | 41.8  | 41.9  | 42.0  | 1 |
| 2 | 81.0  | 81.2  | 81.4  | 81.6  | 81.8  | 82.0  | 82.2  | 82.4  | 82.6  | 82.8  | 83.0  | 83.2  | 83.4  | 83.6  | 83.8  | 84.0  | 2 |
| 3 | 121.5 | 121.8 | 122.1 | 122.4 | 122.7 | 123.0 | 123.3 | 123.6 | 123.9 | 124.2 | 124.5 | 124.8 | 125.1 | 125.4 | 125.7 | 126.0 | 3 |
| 4 | 162.0 | 162.4 | 162.8 | 163.2 | 163.6 | 164.0 | 164.4 | 164.8 | 165.2 | 165.6 | 166.0 | 166.4 | 166.8 | 167.2 | 167.6 | 168.0 | 4 |
| 5 | 203.5 | 203.0 | 203.5 | 204.0 | 204.5 | 205.0 | 205.5 | 206.0 | 206.5 | 207.0 | 207.5 | 208.0 | 208.5 | 209.0 | 209.5 | 210.0 | 5 |
| 6 | 243.0 | 243.6 | 244.2 | 244.8 | 245.4 | 246.0 | 246.6 | 247.2 | 247.8 | 248.4 | 249.0 | 249.6 | 250.2 | 250.8 | 251.4 | 252.0 | 6 |
| 7 | 283.5 | 284.2 | 284.9 | 285.6 | 286.3 | 287.0 | 287.7 | 288.4 | 289.1 | 289.8 | 290.5 | 291.2 | 291.9 | 292.6 | 293.3 | 294.0 | 7 |
| 8 | 324.0 | 324.8 | 325.6 | 326.4 | 327.2 | 328.0 | 328.8 | 329.6 | 330.4 | 331.2 | 332.0 | 332.8 | 333.6 | 334.4 | 335.2 | 336.0 | 8 |
| 9 | 364.5 | 365.4 | 366.3 | 367.2 | 368.1 | 369.0 | 369.9 | 370.8 | 371.7 | 372.6 | 373.5 | 374.4 | 375.3 | 376.2 | 377.1 | 378.0 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |         |         |         |         |         |      |             |        |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 112°   |             |        |         |         |         |         |         | 113° |             |        |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.32 46 601 | 47 020 | 47 439  | 47 858  | 48 277  | 48 696  | 49 116  | 0    | 2.33 98 790 | 99 217 | 99 643  | 80 069  | 80 496  | 80 922  | 81 349  |
| 1      | 49 116      | 49 535 | 49 954  | 50 374  | 50 793  | 51 212  | 51 632  | 1    | 2.34 01 349 | 01 775 | 02 202  | 02 629  | 03 055  | 03 482  | 03 908  |
| 2      | 51 632      | 52 051 | 52 470  | 52 890  | 53 309  | 53 729  | 54 148  | 2    | 03 908      | 04 335 | 04 762  | 05 189  | 05 615  | 06 042  | 06 469  |
| 3      | 54 148      | 54 568 | 54 987  | 55 407  | 55 826  | 56 246  | 56 666  | 3    | 06 469      | 06 896 | 07 322  | 07 749  | 08 176  | 08 603  | 09 030  |
| 4      | 56 666      | 57 085 | 57 505  | 57 924  | 58 344  | 58 764  | 59 184  | 4    | 09 030      | 09 457 | 09 884  | 10 311  | 10 738  | 11 165  | 11 592  |
| 5      | 2.32 59 184 | 59 603 | 60 023  | 60 443  | 60 863  | 61 282  | 61 702  | 5    | 2.34 11 592 | 12 019 | 12 446  | 12 873  | 13 300  | 13 727  | 14 154  |
| 6      | 61 702      | 62 122 | 62 542  | 62 962  | 63 382  | 63 802  | 64 222  | 6    | 14 154      | 14 581 | 15 009  | 15 436  | 15 863  | 16 290  | 16 717  |
| 7      | 64 222      | 64 642 | 65 062  | 65 482  | 65 902  | 66 322  | 66 742  | 7    | 16 717      | 17 145 | 17 572  | 17 999  | 18 427  | 18 854  | 19 281  |
| 8      | 66 742      | 67 162 | 67 582  | 68 002  | 68 423  | 68 843  | 69 263  | 8    | 19 281      | 19 709 | 20 136  | 20 564  | 20 991  | 21 419  | 21 846  |
| 9      | 69 263      | 69 683 | 70 103  | 70 524  | 70 944  | 71 364  | 71 784  | 9    | 21 846      | 22 274 | 22 701  | 23 129  | 23 557  | 23 984  | 24 412  |
| 10     | 2.32 71 784 | 72 205 | 72 625  | 73 046  | 73 466  | 73 886  | 74 307  | 10   | 2.34 24 412 | 24 839 | 25 267  | 25 695  | 26 123  | 26 550  | 26 978  |
| 11     | 74 307      | 74 727 | 75 148  | 75 568  | 75 989  | 76 409  | 76 830  | 11   | 26 978      | 27 406 | 27 834  | 28 261  | 28 688  | 29 117  | 29 545  |
| 12     | 76 830      | 77 250 | 77 671  | 78 092  | 78 512  | 78 933  | 79 354  | 12   | 29 545      | 29 973 | 30 401  | 30 829  | 31 257  | 31 685  | 32 113  |
| 13     | 79 354      | 79 774 | 80 195  | 80 616  | 81 037  | 81 457  | 81 878  | 13   | 32 113      | 32 541 | 32 969  | 33 397  | 33 825  | 34 253  | 34 681  |
| 14     | 81 878      | 82 299 | 82 720  | 83 141  | 83 562  | 83 982  | 84 403  | 14   | 34 681      | 35 109 | 35 538  | 35 966  | 36 394  | 36 822  | 37 251  |
| 15     | 2.32 84 403 | 84 824 | 85 245  | 85 666  | 86 087  | 86 508  | 86 929  | 15   | 2.34 37 251 | 37 679 | 38 107  | 38 535  | 38 964  | 39 392  | 39 821  |
| 16     | 86 929      | 87 350 | 87 771  | 88 193  | 88 614  | 89 035  | 89 456  | 16   | 39 821      | 40 249 | 40 677  | 41 106  | 41 534  | 41 963  | 42 391  |
| 17     | 89 456      | 89 877 | 90 298  | 90 720  | 91 141  | 91 562  | 91 983  | 17   | 42 391      | 42 820 | 43 248  | 43 677  | 44 106  | 44 534  | 44 963  |
| 18     | 91 983      | 92 405 | 92 826  | 93 247  | 93 669  | 94 090  | 94 511  | 18   | 44 963      | 45 391 | 45 820  | 46 249  | 46 678  | 47 106  | 47 535  |
| 19     | 94 511      | 94 933 | 95 354  | 95 776  | 96 197  | 96 619  | 97 040  | 19   | 47 535      | 47 964 | 48 393  | 48 821  | 49 250  | 49 679  | 50 108  |
| 20     | 2.32 97 040 | 97 462 | 97 883  | 98 305  | 98 726  | 99 148  | 99 570  | 20   | 2.34 50 108 | 50 537 | 50 966  | 51 395  | 51 824  | 52 253  | 52 682  |
| 21     | 99 570      | 99 991 | 100 413 | 100 835 | 101 256 | 101 678 | 102 100 | 21   | 52 682      | 53 111 | 53 540  | 53 969  | 54 398  | 54 827  | 55 256  |
| 22     | 2.33 02 100 | 02 522 | 02 944  | 03 365  | 03 787  | 04 209  | 04 631  | 22   | 55 256      | 55 685 | 56 115  | 56 544  | 56 973  | 57 402  | 57 832  |
| 23     | 04 631      | 05 053 | 05 475  | 05 897  | 06 319  | 06 741  | 07 163  | 23   | 57 832      | 58 261 | 58 690  | 59 120  | 59 549  | 59 978  | 60 408  |
| 24     | 07 163      | 07 585 | 08 007  | 08 429  | 08 851  | 09 273  | 09 695  | 24   | 60 408      | 60 837 | 61 266  | 61 696  | 62 125  | 62 555  | 62 984  |
| 25     | 2.33 09 695 | 10 117 | 10 539  | 10 962  | 11 384  | 11 806  | 12 228  | 25   | 2.34 62 984 | 63 414 | 63 843  | 64 273  | 64 703  | 65 132  | 65 562  |
| 26     | 12 228      | 12 651 | 13 073  | 13 495  | 13 917  | 14 340  | 14 762  | 26   | 65 562      | 65 992 | 66 421  | 66 851  | 67 281  | 67 710  | 68 140  |
| 27     | 14 762      | 15 185 | 15 607  | 16 029  | 16 452  | 16 874  | 17 297  | 27   | 68 140      | 68 570 | 69 000  | 69 430  | 69 859  | 70 289  | 70 719  |
| 28     | 17 297      | 17 719 | 18 142  | 18 564  | 18 987  | 19 409  | 19 832  | 28   | 70 719      | 71 149 | 71 579  | 72 009  | 72 439  | 72 869  | 73 299  |
| 29     | 19 832      | 20 255 | 20 677  | 21 100  | 21 523  | 21 945  | 22 368  | 29   | 73 299      | 73 729 | 74 159  | 74 589  | 75 019  | 75 449  | 75 880  |
| 30     | 2.33 22 368 | 22 791 | 23 214  | 23 636  | 24 059  | 24 482  | 24 905  | 30   | 2.34 75 880 | 76 310 | 76 740  | 77 170  | 77 600  | 78 031  | 78 461  |
| 31     | 24 905      | 25 328 | 25 751  | 26 174  | 26 597  | 27 019  | 27 442  | 31   | 78 461      | 78 891 | 79 321  | 79 752  | 80 182  | 80 613  | 81 043  |
| 32     | 27 442      | 27 865 | 28 288  | 28 711  | 29 135  | 29 558  | 29 981  | 32   | 81 043      | 81 473 | 81 904  | 82 334  | 82 765  | 83 195  | 83 626  |
| 33     | 29 981      | 30 404 | 30 827  | 31 250  | 31 673  | 32 096  | 32 520  | 33   | 83 626      | 84 056 | 84 487  | 84 917  | 85 348  | 85 779  | 86 209  |
| 34     | 32 520      | 32 943 | 33 366  | 33 789  | 34 213  | 34 636  | 35 059  | 34   | 86 209      | 86 640 | 87 071  | 87 501  | 87 932  | 88 363  | 88 794  |
| 35     | 2.33 35 059 | 35 483 | 35 906  | 36 329  | 36 753  | 37 176  | 37 600  | 35   | 2.34 88 794 | 89 224 | 89 655  | 90 086  | 90 517  | 90 948  | 91 379  |
| 36     | 37 600      | 38 023 | 38 447  | 38 870  | 39 294  | 39 717  | 40 141  | 36   | 91 379      | 91 810 | 92 241  | 92 672  | 93 103  | 93 534  | 93 965  |
| 37     | 40 141      | 40 565 | 40 988  | 41 412  | 41 835  | 42 259  | 42 683  | 37   | 93 965      | 94 396 | 94 827  | 95 258  | 95 689  | 96 120  | 96 551  |
| 38     | 42 683      | 43 107 | 43 530  | 43 954  | 44 378  | 44 802  | 45 225  | 38   | 96 551      | 96 982 | 97 414  | 97 845  | 98 276  | 98 707  | 99 139  |
| 39     | 45 225      | 45 649 | 46 073  | 46 497  | 46 921  | 47 345  | 47 769  | 39   | 99 139      | 99 570 | 100 001 | 100 432 | 100 864 | 101 295 | 101 727 |
| 40     | 2.33 47 769 | 48 193 | 48 617  | 49 041  | 49 465  | 49 889  | 50 313  | 40   | 2.35 01 727 | 02 158 | 02 590  | 03 021  | 03 452  | 03 884  | 04 316  |
| 41     | 50 313      | 50 737 | 51 161  | 51 585  | 52 009  | 52 433  | 52 858  | 41   | 04 316      | 04 747 | 05 179  | 05 610  | 06 042  | 06 474  | 06 905  |
| 42     | 52 858      | 53 282 | 53 706  | 54 130  | 54 555  | 54 979  | 55 403  | 42   | 06 905      | 07 337 | 07 769  | 08 200  | 08 632  | 09 064  | 09 496  |
| 43     | 55 403      | 55 828 | 56 252  | 56 676  | 57 101  | 57 525  | 57 949  | 43   | 09 496      | 09 927 | 10 359  | 10 791  | 11 223  | 11 655  | 12 087  |
| 44     | 57 949      | 58 374 | 58 798  | 59 223  | 59 647  | 60 072  | 60 497  | 44   | 12 087      | 12 519 | 12 951  | 13 383  | 13 815  | 14 247  | 14 679  |
| 45     | 2.33 60 497 | 60 921 | 61 346  | 61 770  | 62 195  | 62 620  | 63 044  | 45   | 2.35 14 679 | 15 111 | 15 543  | 15 975  | 16 407  | 16 839  | 17 271  |
| 46     | 63 044      | 63 469 | 63 894  | 64 318  | 64 743  | 65 168  | 65 593  | 46   | 17 271      | 17 704 | 18 136  | 18 568  | 19 000  | 19 433  | 19 865  |
| 47     | 65 593      | 66 018 | 66 442  | 66 867  | 67 292  | 67 717  | 68 142  | 47   | 19 865      | 20 297 | 20 730  | 21 162  | 21 594  | 22 027  | 22 459  |
| 48     | 68 142      | 68 567 | 68 992  | 69 417  | 69 842  | 70 267  | 70 692  | 48   | 22 459      | 22 892 | 23 324  | 23 757  | 24 189  | 24 622  | 25 054  |
| 49     | 70 692      | 71 117 | 71 542  | 71 967  | 72 392  | 72 817  | 73 243  | 49   | 25 054      | 25 487 | 25 919  | 26 352  | 26 785  | 27 217  | 27 650  |
| 50     | 2.33 73 243 | 73 668 | 74 093  | 74 518  | 74 943  | 75 369  | 75 794  | 50   | 2.35 27 650 | 28 083 | 28 515  | 28 948  | 29 381  | 29 814  | 30 246  |
| 51     | 75 794      | 76 219 | 76 645  | 77 070  | 77 495  | 77 921  | 78 346  | 51   | 30 246      | 30 679 | 31 112  | 31 545  | 31 978  | 32 411  | 32 844  |
| 52     | 78 346      | 78 772 | 79 197  | 79 623  | 80 048  | 80 474  | 80 899  | 52   | 32 844      | 33 277 | 33 710  | 34 143  | 34 576  | 35 009  | 35 442  |
| 53     | 80 899      | 81 325 | 81 750  | 82 176  | 82 601  | 83 027  | 83 453  | 53   | 35 442      | 35 875 | 36 308  | 36 741  | 37 174  | 37 607  | 38 041  |
| 54     | 83 453      | 83 878 | 84 304  | 84 730  | 85 156  | 85 581  | 86 007  | 54   | 38 041      | 38 474 | 38 907  | 39 340  | 39 774  | 40 207  | 40 640  |
| 55     | 2.33 86 007 | 86 433 | 86 859  | 87 285  | 87 710  | 88 136  | 88 562  | 55   | 2.35 40 640 | 41 074 | 41 507  | 41 940  | 42 374  | 42 807  | 43 241  |
| 56     | 88 562      | 88 988 | 89 414  | 89 840  | 90 266  | 90 692  | 91 118  | 56   | 43 241      | 43 674 | 44 108  | 44 541  | 44 975  | 45 408  | 45 842  |
| 57     | 91 118      | 91 544 | 91 970  | 92 396  | 92 822  | 93 249  | 93 675  | 57   | 45 842      | 46 275 | 46 709  | 47 143  | 47 576  | 48 010  | 48 444  |
| 58     | 93 675      | 94 101 | 94 527  | 94 953  | 95 379  | 95 806  | 96 232  | 58   | 48 444      | 48 877 | 49 311  | 49 745  | 50 179  | 50 612  | 51 046  |
| 59     | 96 232      | 96 658 | 97 085  | 97 511  | 97 937  | 98 364  | 98 790  | 59   | 51 046      | 51 480 | 51 914  | 52 348  | 52 782  | 53 216  | 53 650  |

|   | 419   | 420   | 421   | 422   | 423   | 424   | 425   | 426   | 427   | 428   | 429   | 430   | 431   | 432   | 433   | 434   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 41.9  | 42.0  | 42.1  | 42.2  | 42.3  | 42.4  | 42.5  | 42.6  | 42.7  | 42.8  | 42.9  | 43.0  | 43.1  | 43.2  | 43.3  | 43.4  |
| 2 | 83.8  | 84.0  | 84.2  | 84.4  | 84.6  | 84.8  | 85.0  | 85.2  | 85.4  | 85.6  | 85.8  | 86.0  | 86.2  | 86.4  | 86.6  | 86.8  |
| 3 | 125.7 | 126.0 | 126.3 | 126.6 | 126.9 | 127.2 | 127.5 | 127.8 | 128.1 | 128.4 | 128.7 | 129.0 | 129.3 | 129.6 | 129.9 | 130.2 |
| 4 | 167.6 | 168.0 | 168.4 | 168.8 | 169.2 | 169.6 | 170.0 | 170.4 | 170.8 | 171.2 | 171.6 | 172.0 | 172.4 | 172.8 | 173.2 | 173.6 |
| 5 | 209.5 | 210.0 | 210.5 | 211.0 | 211.5 | 212.0 | 212.5 | 213.0 | 213.5 | 214.0 | 214.5 | 215.0 | 215.5 | 216.0 | 216.5 | 217.0 |
| 6 | 251.4 | 252.0 | 252.6 | 253.2 | 253.8 | 254.4 | 255.0 | 255.6 | 256.2 | 256.8 | 257.4 | 258.0 | 258.6 | 259.2 | 259.8 | 260.4 |
| 7 | 293.3 | 294.0 | 294.7 | 295.4 | 296.1 | 296.8 | 297.5 | 298.2 | 298.9 | 299.6 | 300.3 | 301.0 | 301.7 | 302.4 | 303.1 | 303.8 |
| 8 | 335.2 | 336.0 | 336.8 | 337.6 | 338.4 | 339.2 | 340.0 | 340.8 | 341.6 | 342.4 | 343.2 | 344.0 | 344.8 | 345.6 | 346.4 | 347.2 |
| 9 | 377.1 | 377.9 | 378.7 | 379.5 | 380.3 | 381.1 | 382.0 | 382.8 | 383.6 | 384.4 | 385.2 | 386.1 | 387.0 | 387.9 | 388.8 | 389.7 |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |         |         |      |             |        |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 114°   |             |        |        |        |        |         |         | 115° |             |        |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.35 53 650 | 54 084 | 54 518 | 54 952 | 55 386 | 55 820  | 56 254  | 0    | 2.37 11 287 | 11 729 | 12 171  | 12 613  | 13 055  | 13 497  | 13 939  |
| 1      | 56 254      | 56 688 | 57 122 | 57 556 | 57 991 | 58 425  | 58 859  | 1    | 13 939      | 14 381 | 14 823  | 15 265  | 15 707  | 16 149  | 16 591  |
| 2      | 58 859      | 59 293 | 59 728 | 60 162 | 60 596 | 61 030  | 61 465  | 2    | 16 591      | 17 033 | 17 475  | 17 917  | 18 360  | 18 802  | 19 244  |
| 3      | 61 465      | 61 899 | 62 334 | 62 768 | 63 202 | 63 637  | 64 071  | 3    | 19 244      | 19 686 | 20 129  | 20 571  | 21 013  | 21 456  | 21 898  |
| 4      | 64 071      | 64 506 | 64 940 | 65 375 | 65 809 | 66 244  | 66 679  | 4    | 21 898      | 22 340 | 22 783  | 23 225  | 23 668  | 24 110  | 24 553  |
| 5      | 2.35 66 679 | 67 113 | 67 548 | 67 983 | 68 417 | 68 852  | 69 287  | 5    | 2.37 24 553 | 24 995 | 25 438  | 25 880  | 26 323  | 26 765  | 27 208  |
| 6      | 69 287      | 69 721 | 70 156 | 70 591 | 71 026 | 71 461  | 71 896  | 6    | 27 208      | 27 651 | 28 093  | 28 536  | 28 979  | 29 422  | 29 864  |
| 7      | 71 896      | 72 330 | 72 765 | 73 200 | 73 635 | 74 070  | 74 505  | 7    | 29 864      | 30 307 | 30 750  | 31 193  | 31 636  | 32 079  | 32 521  |
| 8      | 74 505      | 74 940 | 75 375 | 75 810 | 76 245 | 76 681  | 77 116  | 8    | 32 521      | 32 964 | 33 407  | 33 850  | 34 293  | 34 736  | 35 179  |
| 9      | 77 116      | 77 551 | 77 986 | 78 421 | 78 856 | 79 292  | 79 727  | 9    | 35 179      | 35 622 | 36 066  | 36 509  | 36 952  | 37 395  | 37 838  |
| 10     | 2.35 79 727 | 80 162 | 80 597 | 81 033 | 81 468 | 81 903  | 82 339  | 10   | 2.37 37 838 | 38 281 | 38 725  | 39 168  | 39 611  | 40 054  | 40 498  |
| 11     | 82 339      | 82 774 | 83 210 | 83 645 | 84 081 | 84 516  | 84 952  | 11   | 40 498      | 40 941 | 41 384  | 41 828  | 42 271  | 42 714  | 43 158  |
| 12     | 84 952      | 85 387 | 85 823 | 86 258 | 86 694 | 87 129  | 87 565  | 12   | 43 158      | 43 601 | 44 045  | 44 488  | 44 932  | 45 375  | 45 819  |
| 13     | 87 565      | 88 001 | 88 436 | 88 872 | 89 308 | 89 744  | 90 179  | 13   | 45 819      | 46 263 | 46 706  | 47 150  | 47 594  | 48 037  | 48 481  |
| 14     | 90 179      | 90 615 | 91 051 | 91 487 | 91 923 | 92 359  | 92 794  | 14   | 48 481      | 48 925 | 49 369  | 49 812  | 50 256  | 50 700  | 51 144  |
| 15     | 2.35 92 794 | 93 230 | 93 666 | 94 102 | 94 538 | 94 974  | 95 410  | 15   | 2.37 51 144 | 51 588 | 52 032  | 52 475  | 52 919  | 53 363  | 53 807  |
| 16     | 95 410      | 95 846 | 96 282 | 96 719 | 97 155 | 97 591  | 98 027  | 16   | 53 807      | 54 251 | 54 695  | 55 139  | 55 583  | 56 028  | 56 472  |
| 17     | 98 027      | 98 463 | 98 899 | 99 336 | 99 772 | 100 208 | 100 644 | 17   | 56 472      | 56 916 | 57 360  | 57 804  | 58 248  | 58 693  | 59 137  |
| 18     | 2.36 00 644 | 01 081 | 01 517 | 01 953 | 02 390 | 02 826  | 03 263  | 18   | 59 137      | 59 581 | 60 025  | 60 470  | 60 914  | 61 358  | 61 803  |
| 19     | 03 263      | 03 699 | 04 135 | 04 572 | 05 008 | 05 445  | 05 882  | 19   | 61 803      | 62 247 | 62 692  | 63 136  | 63 581  | 64 025  | 64 470  |
| 20     | 2.36 05 882 | 06 318 | 06 755 | 07 191 | 07 628 | 08 065  | 08 501  | 20   | 2.37 64 470 | 64 914 | 65 359  | 65 803  | 66 248  | 66 693  | 67 137  |
| 21     | 08 501      | 08 938 | 09 375 | 09 811 | 10 248 | 10 685  | 11 122  | 21   | 67 137      | 67 582 | 68 027  | 68 471  | 68 916  | 69 361  | 69 806  |
| 22     | 11 122      | 11 559 | 11 996 | 12 432 | 12 869 | 13 306  | 13 743  | 22   | 69 806      | 70 251 | 70 695  | 71 140  | 71 585  | 72 030  | 72 475  |
| 23     | 13 743      | 14 180 | 14 617 | 15 054 | 15 491 | 15 928  | 16 365  | 23   | 72 475      | 72 920 | 73 365  | 73 810  | 74 255  | 74 700  | 75 145  |
| 24     | 16 365      | 16 802 | 17 239 | 17 677 | 18 114 | 18 551  | 18 988  | 24   | 75 145      | 75 590 | 76 035  | 76 480  | 76 926  | 77 371  | 77 816  |
| 25     | 2.36 18 988 | 19 425 | 19 863 | 20 300 | 20 737 | 21 175  | 21 612  | 25   | 2.37 77 816 | 78 261 | 78 706  | 79 152  | 79 597  | 80 042  | 80 488  |
| 26     | 21 612      | 22 049 | 22 487 | 22 924 | 23 361 | 23 799  | 24 236  | 26   | 80 488      | 80 933 | 81 378  | 81 824  | 82 269  | 82 715  | 83 160  |
| 27     | 24 236      | 24 674 | 25 111 | 25 549 | 25 986 | 26 424  | 26 862  | 27   | 83 160      | 83 606 | 84 051  | 84 497  | 84 942  | 85 388  | 85 834  |
| 28     | 26 862      | 27 299 | 27 737 | 28 174 | 28 612 | 29 050  | 29 488  | 28   | 85 834      | 86 279 | 86 725  | 87 170  | 87 616  | 88 062  | 88 508  |
| 29     | 29 488      | 29 925 | 30 363 | 30 801 | 31 239 | 31 677  | 32 114  | 29   | 88 508      | 88 953 | 89 399  | 89 845  | 90 291  | 90 737  | 91 183  |
| 30     | 2.36 32 114 | 32 552 | 32 990 | 33 428 | 33 866 | 34 304  | 34 742  | 30   | 2.37 91 183 | 91 629 | 92 074  | 92 520  | 92 966  | 93 412  | 93 858  |
| 31     | 34 742      | 35 180 | 35 618 | 36 056 | 36 494 | 36 932  | 37 370  | 31   | 93 858      | 94 304 | 94 751  | 95 197  | 95 643  | 96 089  | 96 535  |
| 32     | 37 370      | 37 809 | 38 247 | 38 685 | 39 123 | 39 561  | 40 000  | 32   | 96 535      | 96 981 | 97 427  | 97 874  | 98 320  | 98 766  | 99 212  |
| 33     | 40 000      | 40 438 | 40 876 | 41 314 | 41 753 | 42 191  | 42 630  | 33   | 99 212      | 99 659 | 100 105 | 100 551 | 100 998 | 101 444 | 101 891 |
| 34     | 42 630      | 43 068 | 43 506 | 43 945 | 44 383 | 44 822  | 45 260  | 34   | 2.38 01 891 | 02 337 | 02 784  | 03 230  | 03 677  | 04 123  | 04 570  |
| 35     | 2.36 45 260 | 45 699 | 46 137 | 46 576 | 47 015 | 47 453  | 47 892  | 35   | 2.38 04 570 | 05 016 | 05 463  | 05 910  | 06 356  | 06 803  | 07 250  |
| 36     | 47 892      | 48 331 | 48 769 | 49 208 | 49 647 | 50 085  | 50 524  | 36   | 07 250      | 07 696 | 08 143  | 08 590  | 09 037  | 09 484  | 09 930  |
| 37     | 50 524      | 50 963 | 51 402 | 51 841 | 52 280 | 52 718  | 53 157  | 37   | 09 930      | 10 377 | 10 824  | 11 271  | 11 718  | 12 165  | 12 612  |
| 38     | 53 157      | 53 596 | 54 035 | 54 474 | 54 913 | 55 352  | 55 791  | 38   | 12 612      | 13 059 | 13 506  | 13 953  | 14 400  | 14 847  | 15 294  |
| 39     | 55 791      | 56 230 | 56 669 | 57 109 | 57 548 | 57 987  | 58 426  | 39   | 15 294      | 15 741 | 16 189  | 16 636  | 17 083  | 17 530  | 17 977  |
| 40     | 2.36 58 426 | 58 865 | 59 304 | 59 744 | 60 183 | 60 622  | 61 061  | 40   | 2.38 17 977 | 18 425 | 18 872  | 19 319  | 19 767  | 20 214  | 20 661  |
| 41     | 61 061      | 61 501 | 61 940 | 62 380 | 62 819 | 63 258  | 63 698  | 41   | 20 661      | 21 109 | 21 556  | 22 004  | 22 451  | 22 899  | 23 346  |
| 42     | 63 698      | 64 137 | 64 577 | 65 016 | 65 456 | 65 895  | 66 335  | 42   | 23 346      | 23 794 | 24 241  | 24 689  | 25 137  | 25 584  | 26 032  |
| 43     | 66 335      | 66 774 | 67 214 | 67 654 | 68 093 | 68 533  | 68 973  | 43   | 26 032      | 26 480 | 26 927  | 27 375  | 27 823  | 28 271  | 28 718  |
| 44     | 68 973      | 69 412 | 69 852 | 70 292 | 70 732 | 71 172  | 71 611  | 44   | 28 718      | 29 166 | 29 614  | 30 062  | 30 510  | 30 958  | 31 406  |
| 45     | 2.36 71 611 | 72 051 | 72 491 | 72 931 | 73 371 | 73 811  | 74 251  | 45   | 2.38 31 406 | 31 854 | 32 302  | 32 750  | 33 198  | 33 646  | 34 094  |
| 46     | 74 251      | 74 691 | 75 131 | 75 571 | 76 011 | 76 451  | 76 891  | 46   | 34 094      | 34 542 | 34 990  | 35 438  | 35 886  | 36 335  | 36 783  |
| 47     | 76 891      | 77 331 | 77 771 | 78 212 | 78 652 | 79 092  | 79 532  | 47   | 36 783      | 37 231 | 37 679  | 38 128  | 38 576  | 39 024  | 39 473  |
| 48     | 79 532      | 79 973 | 80 413 | 80 853 | 81 293 | 81 734  | 82 174  | 48   | 39 473      | 39 921 | 40 369  | 40 818  | 41 266  | 41 715  | 42 163  |
| 49     | 82 174      | 82 614 | 83 055 | 83 495 | 83 936 | 84 376  | 84 817  | 49   | 42 163      | 42 612 | 43 060  | 43 509  | 43 957  | 44 406  | 44 855  |
| 50     | 2.36 84 817 | 85 257 | 85 698 | 86 138 | 86 579 | 87 020  | 87 460  | 50   | 2.38 44 855 | 45 303 | 45 752  | 46 201  | 46 649  | 47 098  | 47 547  |
| 51     | 87 460      | 87 901 | 88 342 | 88 782 | 89 223 | 89 664  | 90 104  | 51   | 47 547      | 47 996 | 48 445  | 48 893  | 49 342  | 49 791  | 50 240  |
| 52     | 90 104      | 90 545 | 90 986 | 91 427 | 91 868 | 92 309  | 92 750  | 52   | 50 240      | 50 689 | 51 138  | 51 587  | 52 036  | 52 485  | 52 934  |
| 53     | 92 750      | 93 190 | 93 631 | 94 072 | 94 513 | 94 954  | 95 395  | 53   | 52 934      | 53 383 | 53 832  | 54 281  | 54 730  | 55 180  | 55 629  |
| 54     | 95 395      | 95 836 | 96 277 | 96 719 | 97 160 | 97 601  | 98 042  | 54   | 55 629      | 56 078 | 56 527  | 56 976  | 57 426  | 57 875  | 58 324  |
| 55     | 2.36 98 042 | 98 483 | 98 924 | 99 366 | 99 807 | 100 248 | 100 689 | 55   | 2.38 58 324 | 58 774 | 59 223  | 59 672  | 60 122  | 60 571  | 61 021  |
| 56     | 2.37 00 689 | 01 131 | 01 572 | 02 014 | 02 455 | 02 896  | 03 338  | 56   | 61 021      | 61 470 | 61 920  | 62 369  | 62 819  | 63 268  | 63 718  |
| 57     | 03 338      | 03 779 | 04 221 | 04 662 | 05 104 | 05 545  | 05 987  | 57   | 63 718      | 64 168 | 64 617  | 65 067  | 65 517  | 65 966  | 66 416  |
| 58     | 05 987      | 06 428 | 06 869 | 07 312 | 07 753 | 08 195  | 08 637  | 58   | 66 416      | 66 866 | 67 316  | 67 766  | 68 216  | 68 666  | 69 115  |
| 59     | 08 637      | 09 078 | 09 520 | 09 962 | 10 404 | 10 845  | 11 287  | 59   | 69 115      | 69 565 | 70 015  | 70 465  | 70 915  | 71 365  | 71 815  |

|   | 434   | 435   | 436   | 437   | 438   | 439   | 440   | 441   | 442   | 443   | 444   | 445   | 446   | 447   | 448   | 449   | 450   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 43.4  | 43.5  | 43.6  | 43.7  | 43.8  | 43.9  | 44.0  | 44.1  | 44.2  | 44.3  | 44.4  | 44.5  | 44.6  | 44.7  | 44.8  | 44.9  | 45.0  | 1 |
| 2 | 86.8  | 87.0  | 87.2  | 87.4  | 87.6  | 87.8  | 88.0  | 88.2  | 88.4  | 88.6  | 88.8  | 89.0  | 89.2  | 89.4  | 89.6  | 89.8  | 90.0  | 2 |
| 3 | 130.2 | 130.5 | 130.8 | 131.1 | 131.4 | 131.7 | 132.0 | 132.3 | 132.6 | 132.9 | 133.2 | 133.5 | 133.8 | 134.1 | 134.4 | 134.7 | 135.0 | 3 |
| 4 | 173.6 | 174.0 | 174.4 | 174.8 | 175.2 | 175.6 | 176.0 | 176.4 | 176.8 | 177.2 | 177.6 | 178.0 | 178.4 | 178.8 | 179.2 | 179.6 | 180.0 | 4 |
| 5 | 217.0 | 217.5 | 218.0 | 218.5 | 219.0 | 219.5 | 220.0 | 220.5 | 221.0 | 221.5 | 222.0 | 222.5 | 223.0 | 223.5 | 224.0 | 224.5 | 225.0 | 5 |
| 6 | 260.4 | 261.0 | 261.6 | 262.2 | 262.8 | 263.4 | 264.0 | 264.6 | 265.2 | 265.8 | 266.4 | 267.0 | 267.6 | 268.2 | 268.8 | 269.4 | 270.0 | 6 |
| 7 | 303.8 | 304.5 | 305.2 | 305.9 | 306.6 | 307.3 | 308.0 | 308.7 | 309.4 | 310.1 | 310.8 | 311.5 | 312.2 | 312.9 | 313.6 | 314.3 | 315.0 | 7 |
| 8 | 347.2 | 348.0 | 348.8 | 349.4 | 350.2 | 351.2 | 352.0 | 352.8 | 353.6 | 354.4 | 355.2 | 356.0 | 356.8 | 357.6 | 358.4 | 359.2 | 360.0 | 8 |
| 9 | 390.6 | 391.5 | 392.4 | 393.3 | 394.2 | 395.1 | 396.0 | 396.9 | 397.8 | 398.7 | 399.6 | 400.5 | 401.4 | 402.3 | 403.2 | 404.1 | 405.0 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |      |             |        |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 116°   |             |         |         |         |         |         |         | 117° |             |        |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0'     | 2.38 71 815 | 72 265  | 72 715  | 73 165  | 73 615  | 74 065  | 74 515  | 0'   | 2.40 35 349 | 35 808 | 36 267  | 36 725  | 37 184  | 37 642  | 38 101  |
| 1      | 74 515      | 74 966  | 75 416  | 75 866  | 76 316  | 76 767  | 77 217  | 1    | 38 101      | 38 560 | 39 019  | 39 477  | 39 936  | 40 395  | 40 854  |
| 2      | 77 217      | 77 667  | 78 118  | 78 568  | 79 018  | 79 469  | 79 919  | 2    | 40 854      | 41 313 | 41 771  | 42 230  | 42 689  | 43 148  | 43 607  |
| 3      | 79 919      | 80 370  | 80 820  | 81 271  | 81 721  | 82 172  | 82 622  | 3    | 43 607      | 44 066 | 44 525  | 44 984  | 45 443  | 45 902  | 46 362  |
| 4      | 82 622      | 83 073  | 83 524  | 83 974  | 84 425  | 84 876  | 85 326  | 4    | 46 362      | 46 821 | 47 280  | 47 739  | 48 198  | 48 658  | 49 117  |
| 5      | 2.38 85 326 | 85 777  | 86 228  | 86 679  | 87 129  | 87 580  | 88 031  | 5    | 2.40 49 117 | 49 576 | 50 035  | 50 495  | 50 954  | 51 413  | 51 873  |
| 6      | 88 031      | 88 482  | 88 933  | 89 384  | 89 835  | 90 286  | 90 737  | 6    | 51 873      | 52 332 | 52 792  | 53 251  | 53 711  | 54 170  | 54 630  |
| 7      | 90 737      | 91 188  | 91 639  | 92 090  | 92 541  | 92 992  | 93 443  | 7    | 54 630      | 55 089 | 55 549  | 56 009  | 56 468  | 56 928  | 57 388  |
| 8      | 93 443      | 93 894  | 94 345  | 94 797  | 95 248  | 95 699  | 96 150  | 8    | 57 388      | 57 847 | 58 307  | 58 767  | 59 227  | 59 687  | 60 146  |
| 9      | 96 150      | 96 602  | 97 053  | 97 504  | 97 956  | 98 407  | 98 859  | 9    | 60 146      | 60 606 | 61 066  | 61 526  | 61 986  | 62 446  | 62 906  |
| 10     | 2.38 98 859 | 99 310  | 99 761  | 100 213 | 100 664 | 101 116 | 101 568 | 10   | 2.40 62 906 | 63 366 | 63 826  | 64 286  | 64 746  | 65 206  | 65 666  |
| 11     | 2.39 01 568 | 02 019  | 02 471  | 02 922  | 03 374  | 03 826  | 04 277  | 11   | 65 666      | 66 127 | 66 587  | 67 047  | 67 507  | 67 967  | 68 428  |
| 12     | 04 277      | 04 729  | 05 181  | 05 633  | 06 084  | 06 536  | 06 988  | 12   | 68 428      | 68 888 | 69 348  | 69 809  | 70 269  | 70 730  | 71 190  |
| 13     | 06 988      | 07 440  | 07 892  | 08 344  | 08 796  | 09 248  | 09 700  | 13   | 71 190      | 71 650 | 72 111  | 72 571  | 73 032  | 73 493  | 73 953  |
| 14     | 09 700      | 10 152  | 10 604  | 11 056  | 11 508  | 11 960  | 12 412  | 14   | 73 953      | 74 414 | 74 874  | 75 335  | 75 796  | 76 256  | 76 717  |
| 15     | 2.39 12 412 | 12 864  | 13 316  | 13 768  | 14 221  | 14 673  | 15 125  | 15   | 2.40 76 717 | 77 178 | 77 639  | 78 099  | 78 560  | 79 021  | 79 482  |
| 16     | 15 125      | 15 577  | 16 030  | 16 482  | 16 934  | 17 387  | 17 839  | 16   | 79 482      | 79 943 | 80 404  | 80 865  | 81 326  | 81 787  | 82 248  |
| 17     | 17 839      | 18 292  | 18 744  | 19 196  | 19 649  | 20 102  | 20 554  | 17   | 82 248      | 82 709 | 83 170  | 83 631  | 84 092  | 84 553  | 85 014  |
| 18     | 20 554      | 21 007  | 21 459  | 21 912  | 22 364  | 22 817  | 23 270  | 18   | 85 014      | 85 475 | 85 937  | 86 398  | 86 859  | 87 320  | 87 782  |
| 19     | 23 270      | 23 722  | 24 175  | 24 628  | 25 081  | 25 534  | 25 986  | 19   | 87 782      | 88 243 | 88 704  | 89 166  | 89 627  | 90 089  | 90 550  |
| 20     | 2.39 25 986 | 26 439  | 26 892  | 27 345  | 27 798  | 28 251  | 28 704  | 20   | 2.40 90 550 | 91 012 | 91 473  | 91 935  | 92 396  | 92 858  | 93 319  |
| 21     | 28 704      | 29 157  | 29 610  | 30 063  | 30 516  | 30 969  | 31 422  | 21   | 93 319      | 93 781 | 94 243  | 94 704  | 95 166  | 95 628  | 96 089  |
| 22     | 31 422      | 31 875  | 32 328  | 32 782  | 33 235  | 33 688  | 34 141  | 22   | 96 089      | 96 551 | 97 013  | 97 475  | 97 937  | 98 399  | 98 860  |
| 23     | 34 141      | 34 594  | 35 048  | 35 501  | 35 954  | 36 408  | 36 861  | 23   | 98 860      | 99 322 | 99 784  | 100 246 | 100 708 | 101 170 | 101 632 |
| 24     | 36 861      | 37 315  | 37 768  | 38 221  | 38 675  | 39 128  | 39 582  | 24   | 2.41 01 632 | 02 094 | 02 556  | 03 019  | 03 481  | 03 943  | 04 405  |
| 25     | 2.39 39 582 | 40 035  | 40 489  | 40 943  | 41 396  | 41 850  | 42 304  | 25   | 2.41 04 405 | 04 867 | 05 330  | 05 792  | 06 254  | 06 716  | 07 179  |
| 26     | 42 304      | 42 757  | 43 211  | 43 665  | 44 119  | 44 572  | 45 026  | 26   | 07 179      | 07 641 | 08 104  | 08 566  | 09 028  | 09 491  | 09 953  |
| 27     | 45 026      | 45 480  | 45 934  | 46 388  | 46 842  | 47 296  | 47 749  | 27   | 09 953      | 10 416 | 10 878  | 11 341  | 11 803  | 12 266  | 12 729  |
| 28     | 47 749      | 48 203  | 48 657  | 49 111  | 49 566  | 50 020  | 50 474  | 28   | 12 729      | 13 191 | 13 654  | 14 117  | 14 579  | 15 042  | 15 505  |
| 29     | 50 474      | 50 928  | 51 382  | 51 836  | 52 290  | 52 745  | 53 199  | 29   | 15 505      | 15 968 | 16 431  | 16 894  | 17 356  | 17 819  | 18 282  |
| 30     | 2.39 53 199 | 53 653  | 54 107  | 54 562  | 55 016  | 55 470  | 55 925  | 30   | 2.41 18 282 | 18 745 | 19 208  | 19 671  | 20 134  | 20 597  | 21 060  |
| 31     | 55 925      | 56 379  | 56 834  | 57 288  | 57 742  | 58 197  | 58 651  | 31   | 21 060      | 21 523 | 21 987  | 22 450  | 22 913  | 23 376  | 23 839  |
| 32     | 58 651      | 59 106  | 59 561  | 60 015  | 60 470  | 60 924  | 61 379  | 32   | 23 839      | 24 303 | 24 766  | 25 229  | 25 692  | 26 156  | 26 619  |
| 33     | 61 379      | 61 834  | 62 288  | 62 743  | 63 198  | 63 653  | 64 108  | 33   | 26 619      | 27 083 | 27 546  | 28 009  | 28 473  | 28 936  | 29 400  |
| 34     | 64 108      | 64 562  | 65 017  | 65 472  | 65 927  | 66 382  | 66 837  | 34   | 29 400      | 29 863 | 30 327  | 30 791  | 31 254  | 31 718  | 32 181  |
| 35     | 2.39 66 837 | 67 292  | 67 747  | 68 202  | 68 657  | 69 112  | 69 567  | 35   | 2.41 32 181 | 32 645 | 33 109  | 33 573  | 34 036  | 34 500  | 34 964  |
| 36     | 69 567      | 70 022  | 70 477  | 70 932  | 71 387  | 71 842  | 72 297  | 36   | 34 964      | 35 428 | 35 892  | 36 356  | 36 820  | 37 283  | 37 747  |
| 37     | 72 297      | 72 753  | 73 209  | 73 664  | 74 119  | 74 575  | 75 030  | 37   | 37 747      | 38 211 | 38 675  | 39 139  | 39 604  | 40 068  | 40 532  |
| 38     | 75 030      | 75 485  | 75 941  | 76 396  | 76 852  | 77 307  | 77 763  | 38   | 40 532      | 40 996 | 41 460  | 41 924  | 42 388  | 42 853  | 43 317  |
| 39     | 77 763      | 78 218  | 78 674  | 79 129  | 79 585  | 80 041  | 80 496  | 39   | 43 317      | 43 781 | 44 246  | 44 710  | 45 174  | 45 639  | 46 103  |
| 40     | 2.39 80 496 | 80 952  | 81 408  | 81 863  | 82 319  | 82 775  | 83 231  | 40   | 2.41 46 103 | 46 567 | 47 032  | 47 496  | 47 961  | 48 425  | 48 890  |
| 41     | 83 231      | 83 687  | 84 143  | 84 598  | 85 054  | 85 510  | 85 966  | 41   | 48 890      | 49 355 | 49 819  | 50 284  | 50 748  | 51 213  | 51 678  |
| 42     | 85 966      | 86 422  | 86 878  | 87 334  | 87 790  | 88 246  | 88 702  | 42   | 51 678      | 52 143 | 52 607  | 53 072  | 53 537  | 54 002  | 54 467  |
| 43     | 88 702      | 89 158  | 89 615  | 90 071  | 90 527  | 90 983  | 91 439  | 43   | 54 467      | 54 932 | 55 396  | 55 861  | 56 326  | 56 791  | 57 256  |
| 44     | 91 439      | 91 896  | 92 352  | 92 808  | 93 265  | 93 721  | 94 177  | 44   | 57 256      | 57 721 | 58 186  | 58 651  | 59 117  | 59 582  | 60 047  |
| 45     | 2.39 94 177 | 94 634  | 95 090  | 95 547  | 96 003  | 96 460  | 96 916  | 45   | 2.41 60 047 | 60 512 | 60 977  | 61 442  | 61 908  | 62 373  | 62 838  |
| 46     | 96 916      | 97 373  | 97 829  | 98 286  | 98 742  | 99 199  | 99 656  | 46   | 62 838      | 63 304 | 63 769  | 64 234  | 64 700  | 65 165  | 65 631  |
| 47     | 99 656      | 100 112 | 100 569 | 101 026 | 101 483 | 101 939 | 102 396 | 47   | 65 631      | 66 096 | 66 562  | 67 027  | 67 493  | 67 958  | 68 424  |
| 48     | 2.40 02 396 | 02 853  | 03 310  | 03 767  | 04 224  | 04 681  | 05 138  | 48   | 68 424      | 68 889 | 69 355  | 69 821  | 70 287  | 70 752  | 71 218  |
| 49     | 05 138      | 05 594  | 06 051  | 06 509  | 06 966  | 07 423  | 07 880  | 49   | 71 218      | 71 684 | 72 150  | 72 615  | 73 081  | 73 547  | 74 013  |
| 50     | 2.40 07 880 | 08 337  | 08 794  | 09 251  | 09 708  | 10 166  | 10 623  | 50   | 2.41 74 013 | 74 479 | 74 945  | 75 411  | 75 877  | 76 343  | 76 809  |
| 51     | 10 623      | 11 080  | 11 537  | 11 995  | 12 452  | 12 909  | 13 367  | 51   | 76 809      | 77 275 | 77 741  | 78 207  | 78 673  | 79 140  | 79 606  |
| 52     | 13 367      | 13 824  | 14 282  | 14 739  | 15 197  | 15 654  | 16 112  | 52   | 79 606      | 80 072 | 80 538  | 81 005  | 81 471  | 81 937  | 82 404  |
| 53     | 16 112      | 16 569  | 17 027  | 17 484  | 17 942  | 18 400  | 18 857  | 53   | 82 404      | 82 870 | 83 336  | 83 803  | 84 269  | 84 736  | 85 202  |
| 54     | 18 857      | 19 315  | 19 773  | 20 230  | 20 688  | 21 146  | 21 604  | 54   | 85 202      | 85 669 | 86 135  | 86 602  | 87 068  | 87 535  | 88 002  |
| 55     | 2.40 21 604 | 22 062  | 22 519  | 22 977  | 23 435  | 23 893  | 24 351  | 55   | 2.41 88 002 | 88 468 | 88 935  | 89 402  | 89 869  | 90 335  | 90 802  |
| 56     | 24 351      | 24 809  | 25 267  | 25 725  | 26 183  | 26 641  | 27 099  | 56   | 90 802      | 91 269 | 91 736  | 92 203  | 92 670  | 93 137  | 93 603  |
| 57     | 27 099      | 27 558  | 28 016  | 28 474  | 28 932  | 29 390  | 29 849  | 57   | 93 603      | 94 070 | 94 537  | 95 004  | 95 472  | 95 939  | 96 406  |
| 58     | 29 849      | 30 307  | 30 765  | 31 223  | 31 682  | 32 140  | 32 599  | 58   | 96 406      | 96 873 | 97 340  | 97 807  | 98 274  | 98 742  | 99 209  |
| 59     | 32 599      | 33 057  | 33 515  | 33 974  | 34 432  | 34 891  | 35 349  | 59   | 99 209      | 99 676 | 100 143 | 100 611 | 101 078 | 101 546 | 102 013 |

|   | 450   | 451   | 452   | 453   | 454   | 455   | 456   | 457   | 458   | 459   | 460   | 461   | 462   | 463   | 464   | 465   | 466   | 467   | 468   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 45.0  | 45.1  | 45.2  | 45.3  | 45.4  | 45.5  | 45.6  | 45.7  | 45.8  | 45.9  | 46.0  | 46.1  | 46.2  | 46.3  | 46.4  | 46.5  | 46.6  | 46.7  | 46.8  |
| 2 | 90.0  | 90.2  | 90.4  | 90.6  | 90.8  | 91.0  | 91.2  | 91.4  | 91.6  | 91.8  | 92.0  | 92.2  | 92.4  | 92.6  | 92.8  | 93.0  | 93.2  | 93.4  | 93.6  |
| 3 | 135.0 | 135.1 | 135.6 | 135.8 | 136.2 | 136.5 | 136.8 | 137.1 | 137.4 | 137.7 | 138.0 | 138.3 | 138.6 | 138.9 | 139.2 | 139.5 | 139.8 | 140.1 | 140.4 |
| 4 | 180.0 | 180.4 | 180.8 | 181.2 | 181.6 | 182.0 | 182.4 | 182.8 | 183.2 | 183.6 | 184.0 | 184.4 | 184.8 | 185.2 | 185.6 | 186.0 | 186.4 | 186.8 | 187.2 |
| 5 | 225.0 | 225.5 | 226.0 | 226.5 | 227.0 | 227.5 | 228.0 | 228.5 | 229.0 | 229.5 | 230.0 | 230.5 | 231.0 | 231.5 | 232.0 | 232.5 | 233.0 | 233.5 | 234.0 |
| 6 | 270.0 | 270.6 | 271.2 | 271.8 | 272.4 | 273.0 | 273.6 | 274.2 | 274.8 | 275.4 | 276.0 | 276.6 | 277.2 | 277.8 | 278.4 | 279.0 | 279.6 | 280.2 | 280.8 |
| 7 | 315.0 | 315.7 | 316.4 | 317.1 | 317.8 | 318.5 | 319.2 | 319.9 | 320.6 | 321.3 | 322.0 | 322.7 | 323.4 | 324.1 | 324.8 | 325.5 | 326.2 | 326.9 | 327.6 |
| 8 | 360.0 | 360.9 | 361.6 | 362.4 | 363.2 | 364.0 | 364.8 | 365.6 | 366.4 | 367.2 | 368.0 | 368.8 | 369.6 | 370.4 | 371.2 | 372.0 | 372.8 | 373.6 | 374.4 |
| 9 | 405.0 | 405.9 | 406.8 | 407.7 | 408.6 | 409.5 | 410.4 | 411.3 | 412.2 | 413.1 | 414.0 | 414.9 | 415.8 | 416.7 | 417.6 | 418.5 | 419.4 | 420.3 | 421.2 |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |         |         |      |             |        |        |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 118°   |             |        |        |        |        |         |         | 119° |             |        |        |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.42 02 013 | 02 480 | 02 948 | 03 415 | 03 883 | 04 350  | 04 818  | 0    | 2.43 71 933 | 72 409 | 72 886 | 73 363  | 73 839  | 74 316  | 74 793  |
| 1      | 04 818      | 05 285 | 05 753 | 06 221 | 06 688 | 07 156  | 07 624  | 1    | 74 793      | 75 270 | 75 747 | 76 224  | 76 700  | 77 177  | 77 654  |
| 2      | 07 624      | 08 091 | 08 559 | 09 027 | 09 495 | 09 963  | 10 430  | 2    | 77 654      | 78 131 | 78 608 | 79 085  | 79 562  | 80 039  | 80 517  |
| 3      | 10 430      | 10 898 | 11 366 | 11 834 | 12 302 | 12 770  | 13 238  | 3    | 80 517      | 80 994 | 81 471 | 81 948  | 82 425  | 82 902  | 83 380  |
| 4      | 13 238      | 13 706 | 14 174 | 14 642 | 15 110 | 15 579  | 16 047  | 4    | 83 380      | 83 857 | 84 334 | 84 812  | 85 289  | 85 766  | 86 244  |
| 5      | 2.42 16 047 | 16 515 | 16 983 | 17 451 | 17 920 | 18 388  | 18 856  | 5    | 2.43 86 244 | 86 721 | 87 199 | 87 676  | 88 154  | 88 631  | 89 109  |
| 6      | 18 856      | 19 325 | 19 793 | 20 261 | 20 730 | 21 198  | 21 667  | 6    | 89 109      | 89 586 | 90 064 | 90 542  | 91 019  | 91 497  | 91 975  |
| 7      | 21 667      | 22 135 | 22 604 | 23 072 | 23 541 | 24 009  | 24 478  | 7    | 91 975      | 92 453 | 92 930 | 93 408  | 93 886  | 94 364  | 94 842  |
| 8      | 24 478      | 24 947 | 25 415 | 25 884 | 26 353 | 26 821  | 27 290  | 8    | 94 842      | 95 320 | 95 798 | 96 276  | 96 754  | 97 232  | 97 710  |
| 9      | 27 290      | 27 759 | 28 228 | 28 697 | 29 165 | 29 634  | 30 103  | 9    | 97 710      | 98 188 | 98 666 | 99 144  | 99 622  | 100 100 | 100 579 |
| 10     | 2.42 30 103 | 30 572 | 31 041 | 31 510 | 31 979 | 32 448  | 32 917  | 10   | 2.44 00 579 | 01 057 | 01 535 | 02 013  | 02 492  | 02 970  | 03 448  |
| 11     | 32 917      | 33 386 | 33 855 | 34 325 | 34 794 | 35 263  | 35 732  | 11   | 03 448      | 03 927 | 04 405 | 04 884  | 05 362  | 05 840  | 06 319  |
| 12     | 35 732      | 36 201 | 36 671 | 37 140 | 37 609 | 38 079  | 38 548  | 12   | 06 319      | 06 798 | 07 276 | 07 755  | 08 233  | 08 712  | 09 191  |
| 13     | 38 548      | 39 017 | 39 487 | 39 956 | 40 426 | 40 895  | 41 365  | 13   | 09 191      | 09 669 | 10 148 | 10 627  | 11 106  | 11 584  | 12 063  |
| 14     | 41 365      | 41 834 | 42 304 | 42 774 | 43 243 | 43 713  | 44 182  | 14   | 12 063      | 12 542 | 13 021 | 13 500  | 13 979  | 14 458  | 14 937  |
| 15     | 2.42 44 182 | 44 652 | 45 122 | 45 592 | 46 061 | 46 531  | 47 001  | 15   | 2.44 14 937 | 15 416 | 15 895 | 16 374  | 16 853  | 17 332  | 17 811  |
| 16     | 47 001      | 47 471 | 47 941 | 48 411 | 48 881 | 49 351  | 49 821  | 16   | 17 811      | 18 291 | 18 770 | 19 249  | 19 728  | 20 208  | 20 687  |
| 17     | 49 821      | 50 291 | 50 761 | 51 231 | 51 701 | 52 171  | 52 641  | 17   | 20 687      | 21 166 | 21 646 | 22 125  | 22 604  | 23 084  | 23 563  |
| 18     | 52 641      | 53 111 | 53 581 | 54 052 | 54 522 | 54 992  | 55 462  | 18   | 23 563      | 24 043 | 24 522 | 25 002  | 25 482  | 25 961  | 26 441  |
| 19     | 55 462      | 55 933 | 56 403 | 56 873 | 57 344 | 57 814  | 58 285  | 19   | 26 441      | 26 920 | 27 400 | 27 880  | 28 360  | 28 839  | 29 319  |
| 20     | 2.42 58 285 | 58 755 | 59 226 | 59 696 | 60 167 | 60 637  | 61 108  | 20   | 2.44 29 319 | 29 799 | 30 279 | 30 759  | 31 238  | 31 718  | 32 198  |
| 21     | 61 108      | 61 578 | 62 049 | 62 520 | 62 990 | 63 461  | 63 932  | 21   | 32 198      | 32 678 | 33 158 | 33 638  | 34 118  | 34 599  | 35 079  |
| 22     | 63 932      | 64 403 | 64 873 | 65 344 | 65 815 | 66 286  | 66 757  | 22   | 35 079      | 35 559 | 36 039 | 36 519  | 36 999  | 37 480  | 37 960  |
| 23     | 66 757      | 67 228 | 67 699 | 68 170 | 68 641 | 69 112  | 69 583  | 23   | 37 960      | 38 440 | 38 920 | 39 401  | 39 881  | 40 362  | 40 842  |
| 24     | 69 583      | 70 054 | 70 525 | 70 996 | 71 467 | 71 938  | 72 410  | 24   | 40 842      | 41 322 | 41 803 | 42 283  | 42 764  | 43 245  | 43 725  |
| 25     | 2.42 72 410 | 72 881 | 73 352 | 73 823 | 74 295 | 74 766  | 75 237  | 25   | 2.44 43 725 | 44 206 | 44 686 | 45 167  | 45 648  | 46 128  | 46 609  |
| 26     | 75 237      | 75 709 | 76 180 | 76 652 | 77 123 | 77 595  | 78 066  | 26   | 46 609      | 47 090 | 47 571 | 48 052  | 48 532  | 49 013  | 49 494  |
| 27     | 78 066      | 78 538 | 79 009 | 79 481 | 79 952 | 80 424  | 80 896  | 27   | 49 494      | 49 975 | 50 456 | 50 937  | 51 418  | 51 899  | 52 380  |
| 28     | 80 896      | 81 367 | 81 839 | 82 311 | 82 783 | 83 254  | 83 726  | 28   | 52 380      | 52 861 | 53 342 | 53 824  | 54 305  | 54 786  | 55 267  |
| 29     | 83 726      | 84 198 | 84 670 | 85 142 | 85 614 | 86 086  | 86 558  | 29   | 55 267      | 55 748 | 56 230 | 56 711  | 57 192  | 57 674  | 58 155  |
| 30     | 2.42 86 558 | 87 030 | 87 502 | 87 974 | 88 446 | 88 918  | 89 390  | 30   | 2.44 58 155 | 58 636 | 59 118 | 59 599  | 60 081  | 60 562  | 61 044  |
| 31     | 89 390      | 89 862 | 90 334 | 90 806 | 91 278 | 91 751  | 92 223  | 31   | 61 044      | 61 525 | 62 007 | 62 489  | 62 970  | 63 452  | 63 934  |
| 32     | 92 223      | 92 696 | 93 168 | 93 640 | 94 113 | 94 585  | 95 057  | 32   | 63 934      | 64 415 | 64 897 | 65 379  | 65 861  | 66 343  | 66 825  |
| 33     | 95 057      | 95 530 | 96 002 | 96 475 | 96 947 | 97 420  | 97 893  | 33   | 66 825      | 67 306 | 67 788 | 68 270  | 68 752  | 69 234  | 69 716  |
| 34     | 97 893      | 98 365 | 98 838 | 99 311 | 99 784 | 100 256 | 100 729 | 34   | 69 716      | 70 198 | 70 680 | 71 163  | 71 645  | 72 127  | 72 609  |
| 35     | 2.43 00 729 | 01 201 | 01 674 | 02 147 | 02 620 | 03 093  | 03 566  | 35   | 2.44 72 609 | 73 091 | 73 573 | 74 056  | 74 538  | 75 020  | 75 503  |
| 36     | 03 566      | 04 039 | 04 512 | 04 984 | 05 457 | 05 931  | 06 404  | 36   | 75 503      | 75 985 | 76 467 | 76 950  | 77 432  | 77 915  | 78 397  |
| 37     | 06 404      | 06 877 | 07 350 | 07 823 | 08 296 | 08 769  | 09 242  | 37   | 78 397      | 78 880 | 79 362 | 79 845  | 80 328  | 80 810  | 81 293  |
| 38     | 09 242      | 09 716 | 10 189 | 10 662 | 11 135 | 11 609  | 12 082  | 38   | 81 293      | 81 776 | 82 258 | 82 741  | 83 224  | 83 707  | 84 190  |
| 39     | 12 082      | 12 556 | 13 029 | 13 502 | 13 976 | 14 449  | 14 923  | 39   | 84 190      | 84 672 | 85 155 | 85 638  | 86 121  | 86 604  | 87 087  |
| 40     | 2.43 14 923 | 15 396 | 15 870 | 16 344 | 16 818 | 17 291  | 17 765  | 40   | 2.44 87 087 | 87 570 | 88 053 | 88 536  | 89 019  | 89 502  | 89 986  |
| 41     | 17 765      | 18 238 | 18 712 | 19 186 | 19 659 | 20 133  | 20 607  | 41   | 89 986      | 90 469 | 90 952 | 91 435  | 91 918  | 92 402  | 92 885  |
| 42     | 20 607      | 21 081 | 21 555 | 22 029 | 22 503 | 22 977  | 23 451  | 42   | 92 885      | 93 368 | 93 852 | 94 335  | 94 819  | 95 302  | 95 785  |
| 43     | 23 451      | 23 925 | 24 399 | 24 873 | 25 347 | 25 821  | 26 295  | 43   | 95 785      | 96 269 | 96 753 | 97 236  | 97 720  | 98 203  | 98 687  |
| 44     | 26 295      | 26 769 | 27 243 | 27 718 | 28 192 | 28 666  | 29 140  | 44   | 98 687      | 99 171 | 99 654 | 100 138 | 100 622 | 101 105 | 101 589 |
| 45     | 2.43 29 140 | 29 615 | 30 089 | 30 563 | 31 038 | 31 512  | 31 987  | 45   | 2.45 01 589 | 02 073 | 02 557 | 03 041  | 03 525  | 04 009  | 04 493  |
| 46     | 31 987      | 32 461 | 32 936 | 33 410 | 33 885 | 34 359  | 34 834  | 46   | 04 493      | 04 977 | 05 461 | 05 945  | 06 429  | 06 913  | 07 397  |
| 47     | 34 834      | 35 308 | 35 783 | 36 258 | 36 732 | 37 207  | 37 682  | 47   | 07 397      | 07 881 | 08 365 | 08 849  | 09 334  | 09 818  | 10 302  |
| 48     | 37 682      | 38 157 | 38 632 | 39 106 | 39 581 | 40 056  | 40 531  | 48   | 10 302      | 10 787 | 11 271 | 11 755  | 12 240  | 12 724  | 13 209  |
| 49     | 40 531      | 41 006 | 41 481 | 41 956 | 42 431 | 42 906  | 43 381  | 49   | 13 209      | 13 693 | 14 177 | 14 662  | 15 147  | 15 631  | 16 116  |
| 50     | 2.43 43 381 | 43 856 | 44 331 | 44 806 | 45 282 | 45 757  | 46 232  | 50   | 2.45 16 116 | 16 600 | 17 085 | 17 570  | 18 054  | 18 539  | 19 024  |
| 51     | 46 232      | 46 707 | 47 183 | 47 658 | 48 133 | 48 608  | 49 084  | 51   | 19 024      | 19 509 | 19 994 | 20 478  | 20 963  | 21 448  | 21 933  |
| 52     | 49 084      | 49 559 | 50 035 | 50 510 | 50 986 | 51 461  | 51 937  | 52   | 21 933      | 22 418 | 22 903 | 23 388  | 23 873  | 24 358  | 24 843  |
| 53     | 51 937      | 52 412 | 52 888 | 53 363 | 53 839 | 54 315  | 54 790  | 53   | 24 843      | 25 328 | 25 814 | 26 299  | 26 784  | 27 269  | 27 754  |
| 54     | 54 790      | 55 266 | 55 742 | 56 218 | 56 693 | 57 169  | 57 645  | 54   | 27 754      | 28 240 | 28 725 | 29 210  | 29 696  | 30 181  | 30 667  |
| 55     | 2.43 57 645 | 58 121 | 58 597 | 59 073 | 59 549 | 60 025  | 60 501  | 55   | 2.45 30 667 | 31 152 | 31 637 | 32 123  | 32 609  | 33 094  | 33 580  |
| 56     | 60 501      | 60 977 | 61 453 | 61 929 | 62 405 | 62 881  | 63 357  | 56   | 33 580      | 34 065 | 34 551 | 35 037  | 35 522  | 36 008  | 36 494  |
| 57     | 63 357      | 63 834 | 64 310 | 64 786 | 65 262 | 65 739  | 66 215  | 57   | 36 494      | 36 979 | 37 465 | 37 951  | 38 437  | 38 923  | 39 409  |
| 58     | 66 215      | 66 691 | 67 168 | 67 644 | 68 120 | 68 597  | 69 073  | 58   | 39 409      | 39 895 | 40 381 | 40 867  | 41 353  | 41 839  | 42 325  |
| 59     | 69 073      | 69 550 | 70 026 | 70 503 | 70 979 | 71 456  | 71 933  | 59   | 42 325      | 42 811 | 43 297 | 43 783  | 44 269  | 44 756  | 45 242  |

|   | 467   | 468   | 469   | 470   | 471   | 472   | 473   | 474   | 475   | 476   | 477   | 478   | 479   | 480   | 481   | 482   | 483   | 484   | 485   | 486   | 487   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 46.7  | 46.8  | 46.9  | 47.0  | 47.1  | 47.2  | 47.3  | 47.4  | 47.5  | 47.6  | 47.7  | 47.8  | 47.9  | 48.0  | 48.1  | 48.2  | 48.3  | 48.4  | 48.5  | 48.6  | 48.7  |
| 2 | 93.4  | 93.6  | 93.8  | 94.0  | 94.2  | 94.4  | 94.6  | 94.8  | 95.0  | 95.2  | 95.4  | 95.6  | 95.8  | 96.0  | 96.2  | 96.4  | 96.6  | 96.8  | 97.0  | 97.2  | 97.4  |
| 3 | 140.1 | 140.4 | 140.7 | 141.0 | 141.3 | 141.6 | 141.9 | 142.2 | 142.5 | 142.8 | 143.1 | 143.4 | 143.7 | 144.0 | 144.3 | 144.6 | 144.9 | 145.2 | 145.5 | 145.8 | 146.1 |
| 4 | 186.8 | 187.2 | 187.6 | 188.0 | 188.4 | 188.8 | 189.2 | 189.6 | 190.0 | 190.4 | 190.8 | 191.2 | 191.6 | 192.0 | 192.4 | 192.8 | 193.2 | 193.6 | 194.0 | 194.4 | 194.8 |
| 5 | 233.5 | 234.0 | 234.5 | 235.0 | 235.5 | 236.0 | 236.5 | 237.0 | 237.5 | 238.0 | 238.5 | 239.0 | 239.5 | 240.0 | 240.5 | 241.0 | 241.5 | 242.0 | 242.5 | 243.0 | 243.5 |
| 6 | 280.2 | 280.8 | 281.4 | 282.0 | 282.6 | 283.2 | 283.8 | 284.4 | 285.0 | 285.6 | 286.2 | 286.8 | 287.4 | 288.0 | 288.6 | 289.2 | 289.8 | 290.4 | 291.0 | 291.6 | 292.2 |
| 7 | 326.9 | 327.6 | 328.3 | 329.0 | 329.7 | 330.4 | 331.1 | 331.8 | 332.5 | 333.2 | 333.9 | 334.6 | 335.3 | 336.0 | 336.7 | 337.4 | 338.1 | 338.8 | 339.5 | 340.2 | 340.9 |
| 8 | 373.6 | 374.4 | 375.2 | 376.0 | 376.8 | 377.6 | 378.4 | 379.2 | 380.0 | 380.8 | 381.6 | 382.4 | 383.2 | 384.0 | 384.8 | 385.6 | 386.4 | 387.2 | 388.0 | 388.8 | 389.6 |
| 9 | 420.3 | 421.2 | 422.1 | 423.0 | 423.9 | 424.8 | 425.7 | 426.6 | 427.5 | 428.4 | 429.3 | 430.2 | 431.1 | 432.0 | 432.9 | 433.8 | 434.7 | 435.6 | 436.5 | 437.4 | 438.3 |

**Tafel IV.**

| log M. |             |        |        |        |        |         |         |    |             |         |         |         |         |         |         |    |             |         |         |         |         |         |         |    |             |         |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 120°   |             |        |        |        |        |         |         |    |             |         |         |         |         | 121°    |         |    |             |         |         |         |         |         |         |    |             |         |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.45 45 242 | 45 728 | 46 214 | 46 701 | 47 187 | 47 673  | 48 160  | 0  | 2.47 22 079 | 22 576  | 23 072  | 23 568  | 24 064  | 24 561  | 25 057  | 0  | 2.47 22 079 | 22 576  | 23 072  | 23 568  | 24 064  | 24 561  | 25 057  | 0  | 2.47 22 079 | 22 576  | 23 072  | 23 568  | 24 064  | 24 561  | 25 057  |
| 1      | 48 160      | 48 646 | 49 133 | 49 619 | 50 106 | 50 592  | 51 079  | 1  | 25 057      | 25 554  | 26 050  | 26 547  | 27 043  | 27 540  | 28 036  | 1  | 25 057      | 25 554  | 26 050  | 26 547  | 27 043  | 27 540  | 28 036  | 1  | 25 057      | 25 554  | 26 050  | 26 547  | 27 043  | 27 540  | 28 036  |
| 2      | 51 079      | 51 565 | 52 052 | 52 539 | 53 025 | 53 512  | 53 999  | 2  | 28 036      | 28 533  | 29 030  | 29 526  | 30 023  | 30 520  | 31 016  | 2  | 28 036      | 28 533  | 29 030  | 29 526  | 30 023  | 30 520  | 31 016  | 2  | 28 036      | 28 533  | 29 030  | 29 526  | 30 023  | 30 520  | 31 016  |
| 3      | 53 999      | 54 485 | 54 972 | 55 459 | 55 946 | 56 433  | 56 920  | 3  | 31 016      | 31 513  | 32 010  | 32 507  | 33 004  | 33 500  | 33 997  | 3  | 31 016      | 31 513  | 32 010  | 32 507  | 33 004  | 33 500  | 33 997  | 3  | 31 016      | 31 513  | 32 010  | 32 507  | 33 004  | 33 500  | 33 997  |
| 4      | 56 920      | 57 407 | 57 893 | 58 380 | 58 867 | 59 354  | 59 842  | 4  | 33 997      | 34 494  | 34 991  | 35 488  | 35 985  | 36 482  | 36 979  | 4  | 33 997      | 34 494  | 34 991  | 35 488  | 35 985  | 36 482  | 36 979  | 4  | 33 997      | 34 494  | 34 991  | 35 488  | 35 985  | 36 482  | 36 979  |
| 5      | 2.45 59 842 | 60 329 | 60 816 | 61 303 | 61 790 | 62 277  | 62 764  | 5  | 2.47 36 979 | 37 477  | 37 974  | 38 471  | 38 968  | 39 465  | 39 963  | 5  | 2.47 36 979 | 37 477  | 37 974  | 38 471  | 38 968  | 39 465  | 39 963  | 5  | 2.47 36 979 | 37 477  | 37 974  | 38 471  | 38 968  | 39 465  | 39 963  |
| 6      | 62 764      | 63 252 | 63 739 | 64 226 | 64 714 | 65 201  | 65 688  | 6  | 39 963      | 40 460  | 40 957  | 41 455  | 41 952  | 42 449  | 42 947  | 6  | 39 963      | 40 460  | 40 957  | 41 455  | 41 952  | 42 449  | 42 947  | 6  | 39 963      | 40 460  | 40 957  | 41 455  | 41 952  | 42 449  | 42 947  |
| 7      | 65 688      | 66 176 | 66 663 | 67 151 | 67 638 | 68 126  | 68 613  | 7  | 42 947      | 43 444  | 43 942  | 44 439  | 44 937  | 45 434  | 45 932  | 7  | 42 947      | 43 444  | 43 942  | 44 439  | 44 937  | 45 434  | 45 932  | 7  | 42 947      | 43 444  | 43 942  | 44 439  | 44 937  | 45 434  | 45 932  |
| 8      | 68 613      | 69 101 | 69 588 | 70 076 | 70 564 | 71 051  | 71 539  | 8  | 45 932      | 46 430  | 46 927  | 47 425  | 47 923  | 48 420  | 48 918  | 8  | 45 932      | 46 430  | 46 927  | 47 425  | 47 923  | 48 420  | 48 918  | 8  | 45 932      | 46 430  | 46 927  | 47 425  | 47 923  | 48 420  | 48 918  |
| 9      | 71 539      | 72 027 | 72 514 | 73 002 | 73 490 | 73 978  | 74 466  | 9  | 48 918      | 49 416  | 49 914  | 50 412  | 50 909  | 51 407  | 51 905  | 9  | 48 918      | 49 416  | 49 914  | 50 412  | 50 909  | 51 407  | 51 905  | 9  | 48 918      | 49 416  | 49 914  | 50 412  | 50 909  | 51 407  | 51 905  |
| 10     | 2.45 74 466 | 74 954 | 75 442 | 75 930 | 76 418 | 76 906  | 77 394  | 10 | 2.47 51 905 | 52 403  | 52 901  | 53 399  | 53 897  | 54 395  | 54 894  | 10 | 2.47 51 905 | 52 403  | 52 901  | 53 399  | 53 897  | 54 395  | 54 894  | 10 | 2.47 51 905 | 52 403  | 52 901  | 53 399  | 53 897  | 54 395  | 54 894  |
| 11     | 77 394      | 77 882 | 78 370 | 78 858 | 79 346 | 79 834  | 80 322  | 11 | 54 894      | 55 392  | 55 890  | 56 388  | 56 886  | 57 385  | 57 883  | 11 | 54 894      | 55 392  | 55 890  | 56 388  | 56 886  | 57 385  | 57 883  | 11 | 54 894      | 55 392  | 55 890  | 56 388  | 56 886  | 57 385  | 57 883  |
| 12     | 80 322      | 80 811 | 81 299 | 81 787 | 82 276 | 82 764  | 83 252  | 12 | 57 883      | 58 381  | 58 879  | 59 378  | 59 876  | 60 375  | 60 873  | 12 | 57 883      | 58 381  | 58 879  | 59 378  | 59 876  | 60 375  | 60 873  | 12 | 57 883      | 58 381  | 58 879  | 59 378  | 59 876  | 60 375  | 60 873  |
| 13     | 83 252      | 83 741 | 84 229 | 84 718 | 85 206 | 85 694  | 86 183  | 13 | 60 873      | 61 372  | 61 870  | 62 369  | 62 867  | 63 366  | 63 864  | 13 | 60 873      | 61 372  | 61 870  | 62 369  | 62 867  | 63 366  | 63 864  | 13 | 60 873      | 61 372  | 61 870  | 62 369  | 62 867  | 63 366  | 63 864  |
| 14     | 86 183      | 86 672 | 87 160 | 87 649 | 88 137 | 88 626  | 89 115  | 14 | 63 864      | 64 363  | 64 862  | 65 361  | 65 859  | 66 358  | 66 857  | 14 | 63 864      | 64 363  | 64 862  | 65 361  | 65 859  | 66 358  | 66 857  | 14 | 63 864      | 64 363  | 64 862  | 65 361  | 65 859  | 66 358  | 66 857  |
| 15     | 2.45 89 115 | 89 604 | 90 092 | 90 581 | 91 070 | 91 559  | 92 048  | 15 | 2.47 66 857 | 67 356  | 67 855  | 68 353  | 68 852  | 69 351  | 69 850  | 15 | 2.47 66 857 | 67 356  | 67 855  | 68 353  | 68 852  | 69 351  | 69 850  | 15 | 2.47 66 857 | 67 356  | 67 855  | 68 353  | 68 852  | 69 351  | 69 850  |
| 16     | 92 048      | 92 536 | 93 025 | 93 514 | 94 003 | 94 492  | 94 981  | 16 | 69 850      | 70 349  | 70 848  | 71 347  | 71 846  | 72 345  | 72 845  | 16 | 69 850      | 70 349  | 70 848  | 71 347  | 71 846  | 72 345  | 72 845  | 16 | 69 850      | 70 349  | 70 848  | 71 347  | 71 846  | 72 345  | 72 845  |
| 17     | 94 981      | 95 470 | 95 959 | 96 449 | 96 938 | 97 427  | 97 916  | 17 | 72 845      | 73 344  | 73 843  | 74 342  | 74 841  | 75 341  | 75 840  | 17 | 72 845      | 73 344  | 73 843  | 74 342  | 74 841  | 75 341  | 75 840  | 17 | 72 845      | 73 344  | 73 843  | 74 342  | 74 841  | 75 341  | 75 840  |
| 18     | 97 916      | 98 405 | 98 895 | 99 384 | 99 873 | 100 362 | 100 852 | 18 | 75 840      | 76 339  | 76 839  | 77 338  | 77 837  | 78 337  | 78 837  | 18 | 75 840      | 76 339  | 76 839  | 77 338  | 77 837  | 78 337  | 78 837  | 18 | 75 840      | 76 339  | 76 839  | 77 338  | 77 837  | 78 337  | 78 837  |
| 19     | 2.46 00 852 | 01 341 | 01 831 | 02 320 | 02 810 | 03 299  | 03 789  | 19 | 78 837      | 79 336  | 79 836  | 80 335  | 80 835  | 81 334  | 81 834  | 19 | 78 837      | 79 336  | 79 836  | 80 335  | 80 835  | 81 334  | 81 834  | 19 | 78 837      | 79 336  | 79 836  | 80 335  | 80 835  | 81 334  | 81 834  |
| 20     | 2.46 03 789 | 04 278 | 04 768 | 05 257 | 05 747 | 06 237  | 06 726  | 20 | 2.47 81 834 | 82 334  | 82 834  | 83 333  | 83 833  | 84 333  | 84 833  | 20 | 2.47 81 834 | 82 334  | 82 834  | 83 333  | 83 833  | 84 333  | 84 833  | 20 | 2.47 81 834 | 82 334  | 82 834  | 83 333  | 83 833  | 84 333  | 84 833  |
| 21     | 06 726      | 07 216 | 07 706 | 08 195 | 08 685 | 09 175  | 09 665  | 21 | 84 833      | 85 333  | 85 832  | 86 332  | 86 832  | 87 332  | 87 832  | 21 | 84 833      | 85 333  | 85 832  | 86 332  | 86 832  | 87 332  | 87 832  | 21 | 84 833      | 85 333  | 85 832  | 86 332  | 86 832  | 87 332  | 87 832  |
| 22     | 09 665      | 10 155 | 10 645 | 11 135 | 11 625 | 12 115  | 12 605  | 22 | 87 832      | 88 332  | 88 832  | 89 332  | 89 832  | 90 332  | 90 832  | 22 | 87 832      | 88 332  | 88 832  | 89 332  | 89 832  | 90 332  | 90 832  | 22 | 87 832      | 88 332  | 88 832  | 89 332  | 89 832  | 90 332  | 90 832  |
| 23     | 12 605      | 13 095 | 13 585 | 14 075 | 14 565 | 15 055  | 15 545  | 23 | 90 832      | 91 332  | 91 832  | 92 332  | 92 832  | 93 332  | 93 832  | 23 | 90 832      | 91 332  | 91 832  | 92 332  | 92 832  | 93 332  | 93 832  | 23 | 90 832      | 91 332  | 91 832  | 92 332  | 92 832  | 93 332  | 93 832  |
| 24     | 15 545      | 16 036 | 16 526 | 17 016 | 17 506 | 17 997  | 18 487  | 24 | 93 832      | 94 332  | 94 832  | 95 332  | 95 832  | 96 332  | 96 832  | 24 | 93 832      | 94 332  | 94 832  | 95 332  | 95 832  | 96 332  | 96 832  | 24 | 93 832      | 94 332  | 94 832  | 95 332  | 95 832  | 96 332  | 96 832  |
| 25     | 2.46 18 487 | 18 977 | 19 468 | 19 958 | 20 449 | 20 939  | 21 430  | 25 | 2.47 96 837 | 97 338  | 97 838  | 98 339  | 98 840  | 99 340  | 99 841  | 25 | 2.47 96 837 | 97 338  | 97 838  | 98 339  | 98 840  | 99 340  | 99 841  | 25 | 2.47 96 837 | 97 338  | 97 838  | 98 339  | 98 840  | 99 340  | 99 841  |
| 26     | 21 430      | 21 920 | 22 411 | 22 901 | 23 392 | 23 883  | 24 373  | 26 | 99 841      | 100 342 | 100 842 | 101 343 | 101 844 | 102 345 | 102 846 | 26 | 99 841      | 100 342 | 100 842 | 101 343 | 101 844 | 102 345 | 102 846 | 26 | 99 841      | 100 342 | 100 842 | 101 343 | 101 844 | 102 345 | 102 846 |
| 27     | 24 373      | 24 864 | 25 355 | 25 846 | 26 336 | 26 827  | 27 318  | 27 | 2.48 02 846 | 03 347  | 03 848  | 04 349  | 04 850  | 05 351  | 05 852  | 27 | 2.48 02 846 | 03 347  | 03 848  | 04 349  | 04 850  | 05 351  | 05 852  | 27 | 2.48 02 846 | 03 347  | 03 848  | 04 349  | 04 850  | 05 351  | 05 852  |
| 28     | 27 318      | 27 809 | 28 300 | 28 791 | 29 282 | 29 773  | 30 264  | 28 | 05 852      | 06 353  | 06 854  | 07 355  | 07 856  | 08 357  | 08 858  | 28 | 05 852      | 06 353  | 06 854  | 07 355  | 07 856  | 08 357  | 08 858  | 28 | 05 852      | 06 353  | 06 854  | 07 355  | 07 856  | 08 357  | 08 858  |
| 29     | 30 264      | 30 755 | 31 246 | 31 737 | 32 228 | 32 719  | 33 211  | 29 | 08 858      | 09 360  | 09 861  | 10 362  | 10 864  | 11 365  | 11 866  | 29 | 08 858      | 09 360  | 09 861  | 10 362  | 10 864  | 11 365  | 11 866  | 29 | 08 858      | 09 360  | 09 861  | 10 362  | 10 864  | 11 365  | 11 866  |
| 30     | 2.46 33 211 | 33 702 | 34 193 | 34 684 | 35 175 | 35 667  | 36 158  | 30 | 2.48 11 866 | 12 368  | 12 869  | 13 371  | 13 872  | 14 374  | 14 875  | 30 | 2.48 11 866 | 12 368  | 12 869  | 13 371  | 13 872  | 14 374  | 14 87   |    |             |         |         |         |         |         |         |



Tafel IV.

log M.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        |      |             |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 122°   |             |        |        |        |        |        |        | 123° |             |        |        |        |        |        |        |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0'     | 2.49 02 591 | 03 097 | 03 604 | 04 111 | 04 617 | 05 124 | 05 631 | 0'   | 2.50 86 928 | 87 446 | 87 963 | 88 481 | 88 999 | 89 516 | 90 034 |
| 1      | 05 631      | 06 138 | 06 645 | 07 152 | 07 659 | 08 166 | 08 673 | 1    | 90 034      | 90 552 | 91 069 | 91 587 | 92 105 | 92 623 | 93 141 |
| 2      | 08 673      | 09 180 | 09 687 | 10 194 | 10 701 | 11 208 | 11 715 | 2    | 93 141      | 93 658 | 94 176 | 94 694 | 95 212 | 95 730 | 96 248 |
| 3      | 11 715      | 12 223 | 12 730 | 13 237 | 13 744 | 14 252 | 14 759 | 3    | 96 248      | 96 766 | 97 285 | 97 803 | 98 321 | 98 839 | 99 357 |
| 4      | 14 759      | 15 266 | 15 774 | 16 281 | 16 789 | 17 296 | 17 804 | 4    | 99 357      | 99 876 | 00 394 | 00 912 | 01 431 | 01 949 | 02 467 |
| 5      | 2.49 17 804 | 18 311 | 18 819 | 19 327 | 19 834 | 20 342 | 20 850 | 5    | 2.51 02 467 | 02 986 | 03 504 | 04 023 | 04 541 | 05 060 | 05 579 |
| 6      | 20 850      | 21 357 | 21 865 | 22 373 | 22 881 | 23 389 | 23 897 | 6    | 05 579      | 06 097 | 06 616 | 07 135 | 07 653 | 08 172 | 08 691 |
| 7      | 23 897      | 24 404 | 24 912 | 25 420 | 25 928 | 26 436 | 26 944 | 7    | 08 691      | 09 210 | 09 728 | 10 247 | 10 766 | 11 285 | 11 804 |
| 8      | 26 944      | 27 453 | 27 961 | 28 469 | 28 977 | 29 485 | 29 994 | 8    | 11 804      | 12 323 | 12 842 | 13 361 | 13 880 | 14 400 | 14 919 |
| 9      | 29 994      | 30 502 | 31 010 | 31 518 | 32 027 | 32 535 | 33 044 | 9    | 14 919      | 15 438 | 15 957 | 16 476 | 16 996 | 17 515 | 18 034 |
| 10     | 2.49 33 044 | 33 552 | 34 061 | 34 569 | 35 078 | 35 586 | 36 095 | 10   | 2.51 18 034 | 18 554 | 19 073 | 19 593 | 20 112 | 20 631 | 21 151 |
| 11     | 36 095      | 36 603 | 37 112 | 37 621 | 38 129 | 38 638 | 39 147 | 11   | 21 151      | 21 671 | 22 190 | 22 710 | 23 229 | 23 749 | 24 269 |
| 12     | 39 147      | 39 656 | 40 165 | 40 674 | 41 182 | 41 691 | 42 200 | 12   | 24 269      | 24 789 | 25 308 | 25 828 | 26 348 | 26 868 | 27 388 |
| 13     | 42 200      | 42 709 | 43 218 | 43 727 | 44 236 | 44 746 | 45 255 | 13   | 27 388      | 27 908 | 28 428 | 28 948 | 29 468 | 29 988 | 30 508 |
| 14     | 45 255      | 45 764 | 46 273 | 46 782 | 47 292 | 47 801 | 48 310 | 14   | 30 508      | 31 028 | 31 548 | 32 068 | 32 589 | 33 109 | 33 629 |
| 15     | 2.49 48 310 | 48 820 | 49 329 | 49 838 | 50 348 | 50 857 | 51 367 | 15   | 2.51 33 629 | 34 149 | 34 670 | 35 190 | 35 710 | 36 231 | 36 751 |
| 16     | 51 367      | 51 876 | 52 386 | 52 895 | 53 405 | 53 915 | 54 424 | 16   | 36 751      | 37 272 | 37 792 | 38 313 | 38 834 | 39 354 | 39 875 |
| 17     | 54 424      | 54 934 | 55 444 | 55 954 | 56 463 | 56 973 | 57 483 | 17   | 39 875      | 40 395 | 40 916 | 41 437 | 41 958 | 42 479 | 42 999 |
| 18     | 57 483      | 57 993 | 58 503 | 59 013 | 59 523 | 60 033 | 60 543 | 18   | 42 999      | 43 520 | 44 041 | 44 562 | 45 083 | 45 604 | 46 125 |
| 19     | 60 543      | 61 053 | 61 563 | 62 073 | 62 583 | 63 093 | 63 604 | 19   | 46 125      | 46 646 | 47 167 | 47 688 | 48 209 | 48 731 | 49 252 |
| 20     | 2.49 63 604 | 64 114 | 64 624 | 65 134 | 65 645 | 66 155 | 66 666 | 20   | 2.51 49 252 | 49 773 | 50 294 | 50 816 | 51 337 | 51 858 | 52 380 |
| 21     | 66 666      | 67 176 | 67 686 | 68 197 | 68 707 | 69 218 | 69 729 | 21   | 52 380      | 52 901 | 53 423 | 53 944 | 54 466 | 54 987 | 55 509 |
| 22     | 69 729      | 70 239 | 70 750 | 71 260 | 71 771 | 72 282 | 72 793 | 22   | 55 509      | 56 030 | 56 552 | 57 074 | 57 595 | 58 117 | 58 639 |
| 23     | 72 793      | 73 303 | 73 814 | 74 325 | 74 836 | 75 347 | 75 858 | 23   | 58 639      | 59 161 | 59 683 | 60 204 | 60 726 | 61 248 | 61 770 |
| 24     | 75 858      | 76 369 | 76 880 | 77 391 | 77 902 | 78 413 | 78 924 | 24   | 61 770      | 62 292 | 62 814 | 63 336 | 63 858 | 64 380 | 64 903 |
| 25     | 2.49 78 924 | 79 435 | 79 946 | 80 457 | 80 969 | 81 480 | 81 991 | 25   | 2.51 64 903 | 65 425 | 65 947 | 66 469 | 66 992 | 67 514 | 68 036 |
| 26     | 81 991      | 82 503 | 83 014 | 83 525 | 84 037 | 84 548 | 85 060 | 26   | 68 036      | 68 559 | 69 081 | 69 603 | 70 126 | 70 648 | 71 171 |
| 27     | 85 060      | 85 571 | 86 083 | 86 594 | 87 106 | 87 617 | 88 129 | 27   | 71 171      | 71 693 | 72 216 | 72 739 | 73 261 | 73 784 | 74 307 |
| 28     | 88 129      | 88 641 | 89 153 | 89 664 | 90 176 | 90 688 | 91 200 | 28   | 74 307      | 74 829 | 75 352 | 75 875 | 76 398 | 76 921 | 77 444 |
| 29     | 91 200      | 91 712 | 92 223 | 92 735 | 93 247 | 93 759 | 94 271 | 29   | 77 444      | 77 966 | 78 489 | 79 012 | 79 535 | 80 058 | 80 582 |
| 30     | 2.49 94 271 | 94 783 | 95 295 | 95 808 | 96 320 | 96 832 | 97 344 | 30   | 2.51 80 582 | 81 105 | 81 628 | 82 151 | 82 674 | 83 197 | 83 721 |
| 31     | 97 344      | 97 856 | 98 369 | 98 881 | 99 393 | 99 905 | 00 418 | 31   | 83 721      | 84 244 | 84 767 | 85 291 | 85 814 | 86 338 | 86 861 |
| 32     | 2.50 00 418 | 00 930 | 01 443 | 01 955 | 02 468 | 02 980 | 03 493 | 32   | 86 861      | 87 385 | 87 908 | 88 432 | 88 955 | 89 479 | 90 002 |
| 33     | 03 493      | 04 005 | 04 518 | 05 031 | 05 543 | 06 056 | 06 569 | 33   | 90 002      | 90 526 | 91 050 | 91 574 | 92 097 | 92 621 | 93 145 |
| 34     | 06 569      | 07 082 | 07 594 | 08 107 | 08 620 | 09 133 | 09 646 | 34   | 93 145      | 93 669 | 94 193 | 94 717 | 95 241 | 95 765 | 96 289 |
| 35     | 2.50 09 646 | 10 159 | 10 672 | 11 185 | 11 698 | 12 211 | 12 724 | 35   | 2.51 96 289 | 96 813 | 97 337 | 97 861 | 98 385 | 98 909 | 99 434 |
| 36     | 12 724      | 13 237 | 13 750 | 14 263 | 14 777 | 15 290 | 15 803 | 36   | 99 434      | 99 958 | 00 482 | 01 006 | 01 531 | 02 055 | 02 580 |
| 37     | 15 803      | 16 317 | 16 830 | 17 343 | 17 857 | 18 370 | 18 884 | 37   | 2.52 02 580 | 03 104 | 03 628 | 04 153 | 04 678 | 05 202 | 05 727 |
| 38     | 18 884      | 19 397 | 19 911 | 20 424 | 20 938 | 21 451 | 21 965 | 38   | 05 727      | 06 251 | 06 776 | 07 301 | 07 825 | 08 350 | 08 875 |
| 39     | 21 965      | 22 479 | 22 992 | 23 506 | 24 020 | 24 534 | 25 048 | 39   | 08 875      | 09 400 | 09 925 | 10 449 | 10 974 | 11 499 | 12 024 |
| 40     | 2.50 25 048 | 25 561 | 26 075 | 26 589 | 27 103 | 27 617 | 28 131 | 40   | 2.52 12 024 | 12 549 | 13 074 | 13 599 | 14 125 | 14 650 | 15 175 |
| 41     | 28 131      | 28 645 | 29 159 | 29 673 | 30 187 | 30 702 | 31 216 | 41   | 15 175      | 15 700 | 16 225 | 16 751 | 17 276 | 17 801 | 18 326 |
| 42     | 31 216      | 31 730 | 32 244 | 32 759 | 33 273 | 33 787 | 34 302 | 42   | 18 326      | 18 852 | 19 377 | 19 903 | 20 428 | 20 954 | 21 479 |
| 43     | 34 302      | 34 816 | 35 330 | 35 845 | 36 359 | 36 874 | 37 389 | 43   | 21 479      | 22 005 | 22 530 | 23 056 | 23 582 | 24 107 | 24 633 |
| 44     | 37 389      | 37 903 | 38 418 | 38 933 | 39 447 | 39 962 | 40 477 | 44   | 24 633      | 25 159 | 25 685 | 26 211 | 26 736 | 27 262 | 27 788 |
| 45     | 2.50 40 477 | 40 991 | 41 506 | 42 021 | 42 536 | 43 051 | 43 566 | 45   | 2.52 27 788 | 28 314 | 28 840 | 29 366 | 29 892 | 30 418 | 30 945 |
| 46     | 43 566      | 44 081 | 44 596 | 45 111 | 45 626 | 46 141 | 46 656 | 46   | 30 945      | 31 471 | 31 997 | 32 523 | 33 049 | 33 576 | 34 102 |
| 47     | 46 656      | 47 171 | 47 686 | 48 201 | 48 717 | 49 232 | 49 747 | 47   | 34 102      | 34 628 | 35 155 | 35 681 | 36 207 | 36 734 | 37 260 |
| 48     | 49 747      | 50 262 | 50 778 | 51 293 | 51 809 | 52 324 | 52 839 | 48   | 37 260      | 37 787 | 38 313 | 38 840 | 39 367 | 39 893 | 40 420 |
| 49     | 52 839      | 53 355 | 53 870 | 54 386 | 54 902 | 55 417 | 55 933 | 49   | 40 420      | 40 947 | 41 474 | 42 000 | 42 527 | 43 054 | 43 581 |
| 50     | 2.50 55 933 | 56 449 | 56 964 | 57 480 | 57 996 | 58 512 | 59 027 | 50   | 2.52 43 581 | 44 108 | 44 635 | 45 162 | 45 689 | 46 216 | 46 743 |
| 51     | 59 027      | 59 543 | 60 059 | 60 575 | 61 091 | 61 607 | 62 123 | 51   | 46 743      | 47 270 | 47 797 | 48 324 | 48 851 | 49 379 | 49 906 |
| 52     | 62 123      | 62 639 | 63 155 | 63 671 | 64 188 | 64 704 | 65 220 | 52   | 49 906      | 50 433 | 50 960 | 51 488 | 52 015 | 52 543 | 53 070 |
| 53     | 65 220      | 65 736 | 66 252 | 66 769 | 67 285 | 67 801 | 68 318 | 53   | 53 070      | 53 598 | 54 125 | 54 653 | 55 180 | 55 708 | 56 235 |
| 54     | 68 318      | 68 834 | 69 351 | 69 867 | 70 384 | 70 900 | 71 417 | 54   | 56 235      | 56 763 | 57 291 | 57 819 | 58 346 | 58 874 | 59 402 |
| 55     | 2.50 71 417 | 71 933 | 72 450 | 72 967 | 73 483 | 74 000 | 74 517 | 55   | 2.52 59 402 | 59 930 | 60 458 | 60 986 | 61 514 | 62 042 | 62 570 |
| 56     | 74 517      | 75 034 | 75 550 | 76 067 | 76 584 | 77 101 | 77 618 | 56   | 62 570      | 63 098 | 63 626 | 64 154 | 64 682 | 65 210 | 65 739 |
| 57     | 77 618      | 78 135 | 78 652 | 79 169 | 79 686 | 80 203 | 80 720 | 57   | 65 739      | 66 267 | 66 795 | 67 323 | 67 852 | 68 380 | 68 909 |
| 58     | 80 720      | 81 237 | 81 755 | 82 272 | 82 789 | 83 306 | 83 824 | 58   | 68 909      | 69 437 | 69 965 | 70 494 | 71 022 | 71 551 | 72 080 |
| 59     | 83 824      | 84 341 | 84 858 | 85 376 | 85 893 | 86 411 | 86 928 | 59   | 72 080      | 72 608 | 73 137 | 73 666 | 74 194 | 74 723 | 75 252 |

|   | 506   | 507   | 508   | 509   | 510   | 511   | 512   | 513   | 514   | 515   | 516   | 517   | 518   | 519   | 520   | 521   | 522   | 523   | 524   | 525   | 526   | 527   | 528   | 529   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 50.6  | 50.7  | 50.8  | 50.9  | 51.0  | 51.1  | 51.2  | 51.3  | 51.4  | 51.5  | 51.6  | 51.7  | 51.8  | 51.9  | 52.0  | 52.1  | 52.2  | 52.3  | 52.4  | 52.5  | 52.6  | 52.7  | 52.8  | 52.9  |   |
| 2 | 101.2 | 101.4 | 101.6 | 101.8 | 102.0 | 102.2 | 102.4 | 102.6 | 102.8 | 103.0 | 103.2 | 103.4 | 103.6 | 103.8 | 104.0 | 104.2 | 104.4 | 104.6 | 104.8 | 105.0 | 105.2 | 105.4 | 105.6 | 105.8 | 2 |
| 3 | 151.8 | 152.1 | 152.4 | 152.7 | 153.0 | 153.3 | 153.6 | 153.9 | 154.2 | 154.5 | 154.8 | 155.1 | 155.4 | 155.7 | 156.0 | 156.3 | 156.6 | 156.9 | 157.2 | 157.5 | 157.8 | 158.1 | 158.4 | 158.7 | 3 |
| 4 | 202.4 | 202.8 | 203.2 | 203.6 | 204.0 | 204.4 | 204.8 | 205.2 | 205.6 | 206.0 | 206.4 | 206.8 | 207.2 | 207.6 | 208.0 | 208.4 | 208.8 | 209.2 | 209.6 | 210.0 | 210.4 | 210.8 | 211.2 | 211.6 | 4 |
| 5 | 253.0 | 253.5 | 254.0 | 254.5 | 255.0 | 255.5 | 256.0 | 256.5 | 257.0 | 257.5 | 258.0 | 258.5 | 259.0 | 259.5 | 260.0 | 260.5 | 261.0 | 261.5 | 262.0 | 262.5 | 263.0 | 263.5 | 264.0 | 264.5 | 5 |
| 6 | 303.6 | 304.2 | 304.8 | 305.4 | 306.0 | 306.6 | 307.2 | 307.8 | 308.4 | 309.0 | 309.6 | 310.2 | 310.8 | 311.4 | 312.0 | 312.6 | 313.2 | 313.8 | 314.4 | 315.0 | 315.6 | 316.2 | 316.8 | 317.4 | 6 |
| 7 | 354.2 | 354.9 | 355.6 | 356.3 | 357.0 | 357.7 | 358.4 | 359.1 | 359.8 | 360.5 | 361.2 | 361.9 | 362.6 | 363.3 | 364.0 | 364.7 | 365.4 | 366.1 | 366.8 | 367.5 | 368.2 | 368.9 | 369.6 | 370.3 | 7 |
| 8 | 404.8 | 405.6 | 406.4 | 407.2 | 408.0 | 408.8 | 409.6 | 410.4 | 411.2 | 412.0 | 412.8 | 413.6 | 414.4 | 415.2 | 416.0 | 416.8 | 417.6 | 418.4 | 419.2 | 420.0 | 420.8 | 421.6 | 422.4 | 423.2 | 8 |
| 9 | 455.4 | 456.3 | 457.2 | 458.1 | 459.0 | 459.9 | 460.8 | 461.7 | 462.6 | 463.5 | 464.4 | 465.3 | 466.2 | 467.1 | 468.0 | 468.9 | 469.8 | 470.7 | 471.6 | 472.5 | 473.4 | 474.3 | 475.2 | 476.1 | 9 |

Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |      |             |        |        |         |         |         |         |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 124°   |             |         |         |         |         |         |         | 125° |             |        |        |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0'     | 2.52 75 252 | 75 781  | 76 310  | 76 839  | 77 367  | 77 896  | 78 425  | 0'   | 2.54 67 729 | 68 270 | 68 811 | 69 351  | 69 892  | 70 433  | 70 973  |
| 1      | 78 425      | 78 954  | 79 483  | 80 013  | 80 542  | 81 071  | 81 600  | 1    | 70 973      | 71 514 | 72 055 | 72 596  | 73 137  | 73 678  | 74 219  |
| 2      | 81 600      | 82 129  | 82 658  | 83 188  | 83 717  | 84 246  | 84 776  | 2    | 74 219      | 74 760 | 75 301 | 75 842  | 76 383  | 76 924  | 77 465  |
| 3      | 84 776      | 85 305  | 85 835  | 86 364  | 86 894  | 87 423  | 87 953  | 3    | 77 465      | 78 007 | 78 548 | 79 089  | 79 630  | 80 172  | 80 713  |
| 4      | 87 953      | 88 482  | 89 012  | 89 542  | 90 071  | 90 601  | 91 131  | 4    | 80 713      | 81 254 | 81 796 | 82 337  | 82 879  | 83 420  | 83 962  |
| 5      | 2.52 91 131 | 91 660  | 92 190  | 92 720  | 93 250  | 93 780  | 94 310  | 5    | 2.54 83 962 | 84 504 | 85 045 | 85 587  | 86 129  | 86 670  | 87 212  |
| 6      | 94 310      | 94 840  | 95 370  | 95 900  | 96 430  | 96 960  | 97 490  | 6    | 87 212      | 87 754 | 88 296 | 88 838  | 89 380  | 89 922  | 90 464  |
| 7      | 97 490      | 98 020  | 98 551  | 99 081  | 99 611  | 100 142 | 100 672 | 7    | 90 464      | 91 006 | 91 548 | 92 090  | 92 632  | 93 174  | 93 716  |
| 8      | 2.53 00 672 | 01 202  | 01 733  | 02 263  | 02 794  | 03 324  | 03 855  | 8    | 93 716      | 94 258 | 94 801 | 95 343  | 95 885  | 96 428  | 96 970  |
| 9      | 03 855      | 04 385  | 04 916  | 05 446  | 05 977  | 06 508  | 07 038  | 9    | 96 970      | 97 512 | 98 055 | 98 597  | 99 140  | 99 682  | 100 225 |
| 10     | 2.53 07 038 | 07 569  | 08 100  | 08 631  | 09 162  | 09 693  | 10 223  | 10   | 2.55 00 225 | 00 768 | 01 310 | 01 853  | 02 396  | 02 938  | 03 481  |
| 11     | 10 223      | 10 754  | 11 285  | 11 816  | 12 347  | 12 879  | 13 410  | 11   | 03 481      | 04 024 | 04 567 | 05 110  | 05 653  | 06 196  | 06 739  |
| 12     | 13 410      | 13 941  | 14 472  | 15 003  | 15 534  | 16 066  | 16 597  | 12   | 06 739      | 07 282 | 07 825 | 08 368  | 08 911  | 09 454  | 09 997  |
| 13     | 16 597      | 17 128  | 17 660  | 18 191  | 18 723  | 19 254  | 19 785  | 13   | 09 997      | 10 540 | 11 084 | 11 627  | 12 170  | 12 714  | 13 257  |
| 14     | 19 785      | 20 317  | 20 849  | 21 380  | 21 912  | 22 443  | 22 975  | 14   | 13 257      | 13 800 | 14 344 | 14 887  | 15 431  | 15 974  | 16 518  |
| 15     | 2.53 22 975 | 23 507  | 24 039  | 24 570  | 25 102  | 25 634  | 26 166  | 15   | 2.55 16 518 | 17 062 | 17 605 | 18 149  | 18 693  | 19 237  | 19 780  |
| 16     | 26 166      | 26 698  | 27 230  | 27 762  | 28 294  | 28 826  | 29 358  | 16   | 19 780      | 20 324 | 20 868 | 21 412  | 21 956  | 22 500  | 23 044  |
| 17     | 29 358      | 29 890  | 30 422  | 30 954  | 31 487  | 32 019  | 32 551  | 17   | 23 044      | 23 588 | 24 132 | 24 676  | 25 220  | 25 764  | 26 309  |
| 18     | 32 551      | 33 083  | 33 616  | 34 148  | 34 681  | 35 213  | 35 746  | 18   | 26 309      | 26 853 | 27 397 | 27 941  | 28 486  | 29 030  | 29 574  |
| 19     | 35 746      | 36 278  | 36 811  | 37 343  | 37 876  | 38 408  | 38 941  | 19   | 29 574      | 30 119 | 30 663 | 31 208  | 31 752  | 32 297  | 32 842  |
| 20     | 2.53 38 941 | 39 474  | 40 006  | 40 539  | 41 072  | 41 605  | 42 138  | 20   | 2.55 32 842 | 33 386 | 33 931 | 34 476  | 35 020  | 35 565  | 36 110  |
| 21     | 42 138      | 42 671  | 43 204  | 43 736  | 44 269  | 44 803  | 45 336  | 21   | 36 110      | 36 655 | 37 200 | 37 745  | 38 290  | 38 835  | 39 380  |
| 22     | 45 336      | 45 869  | 46 402  | 46 935  | 47 468  | 48 001  | 48 535  | 22   | 39 380      | 39 925 | 40 470 | 41 015  | 41 560  | 42 105  | 42 650  |
| 23     | 48 535      | 49 068  | 49 601  | 50 135  | 50 668  | 51 201  | 51 735  | 23   | 42 650      | 43 196 | 43 741 | 44 286  | 44 832  | 45 377  | 45 922  |
| 24     | 51 735      | 52 268  | 52 802  | 53 335  | 53 869  | 54 403  | 54 936  | 24   | 45 922      | 46 468 | 47 013 | 47 559  | 48 104  | 48 650  | 49 196  |
| 25     | 2.53 54 936 | 55 470  | 56 004  | 56 537  | 57 071  | 57 605  | 58 139  | 25   | 2.55 49 196 | 49 741 | 50 287 | 50 833  | 51 379  | 51 924  | 52 470  |
| 26     | 58 139      | 58 673  | 59 206  | 59 740  | 60 274  | 60 808  | 61 342  | 26   | 52 470      | 53 016 | 53 562 | 54 108  | 54 654  | 55 200  | 55 746  |
| 27     | 61 342      | 61 876  | 62 411  | 62 945  | 63 479  | 64 013  | 64 547  | 27   | 55 746      | 56 292 | 56 838 | 57 384  | 57 930  | 58 477  | 59 023  |
| 28     | 64 547      | 65 082  | 65 616  | 66 150  | 66 685  | 67 219  | 67 753  | 28   | 59 023      | 59 569 | 60 115 | 60 662  | 61 208  | 61 754  | 62 301  |
| 29     | 67 753      | 68 288  | 68 822  | 69 357  | 69 891  | 70 426  | 70 961  | 29   | 62 301      | 62 847 | 63 394 | 63 940  | 64 487  | 65 034  | 65 580  |
| 30     | 2.53 70 961 | 71 495  | 72 030  | 72 565  | 73 099  | 73 634  | 74 169  | 30   | 2.55 65 580 | 66 127 | 66 674 | 67 220  | 67 767  | 68 314  | 68 861  |
| 31     | 74 169      | 74 704  | 75 239  | 75 774  | 76 309  | 76 844  | 77 379  | 31   | 68 861      | 69 408 | 69 955 | 70 502  | 71 049  | 71 596  | 72 143  |
| 32     | 77 379      | 77 914  | 78 449  | 78 984  | 79 519  | 80 054  | 80 589  | 32   | 72 143      | 72 690 | 73 237 | 73 784  | 74 331  | 74 879  | 75 426  |
| 33     | 80 589      | 81 125  | 81 660  | 82 195  | 82 731  | 83 266  | 83 801  | 33   | 75 426      | 75 973 | 76 520 | 77 067  | 77 615  | 78 163  | 78 710  |
| 34     | 83 801      | 84 337  | 84 872  | 85 408  | 85 943  | 86 479  | 87 015  | 34   | 78 710      | 79 258 | 79 805 | 80 353  | 80 900  | 81 448  | 81 996  |
| 35     | 2.53 87 015 | 87 550  | 88 086  | 88 622  | 89 157  | 89 693  | 90 229  | 35   | 2.55 81 996 | 82 543 | 83 091 | 83 639  | 84 187  | 84 734  | 85 282  |
| 36     | 90 229      | 90 765  | 91 301  | 91 836  | 92 372  | 92 908  | 93 444  | 36   | 85 282      | 85 830 | 86 378 | 86 926  | 87 474  | 88 022  | 88 570  |
| 37     | 93 444      | 93 980  | 94 516  | 95 053  | 95 589  | 96 125  | 96 661  | 37   | 88 570      | 89 118 | 89 667 | 90 215  | 90 763  | 91 311  | 91 860  |
| 38     | 96 661      | 97 197  | 97 734  | 98 270  | 98 806  | 99 343  | 99 879  | 38   | 91 860      | 92 408 | 92 956 | 93 505  | 94 053  | 94 602  | 95 150  |
| 39     | 99 879      | 100 415 | 100 952 | 101 488 | 102 025 | 102 561 | 103 098 | 39   | 95 150      | 95 699 | 96 247 | 96 796  | 97 344  | 97 893  | 98 442  |
| 40     | 2.54 03 098 | 03 635  | 04 171  | 04 708  | 05 245  | 05 781  | 06 318  | 40   | 2.55 98 442 | 98 990 | 99 539 | 100 088 | 100 637 | 101 186 | 101 735 |
| 41     | 06 318      | 06 855  | 07 392  | 07 929  | 08 466  | 09 003  | 09 540  | 41   | 2.56 01 735 | 02 284 | 02 833 | 03 382  | 03 931  | 04 480  | 05 029  |
| 42     | 09 540      | 10 077  | 10 614  | 11 151  | 11 688  | 12 225  | 12 762  | 42   | 05 029      | 05 578 | 06 127 | 06 676  | 07 226  | 07 775  | 08 324  |
| 43     | 12 762      | 13 299  | 13 837  | 14 374  | 14 911  | 15 449  | 15 986  | 43   | 08 324      | 08 874 | 09 423 | 09 972  | 10 522  | 11 071  | 11 621  |
| 44     | 15 986      | 16 524  | 17 061  | 17 598  | 18 136  | 18 674  | 19 211  | 44   | 11 621      | 12 170 | 12 720 | 13 270  | 13 819  | 14 369  | 14 919  |
| 45     | 2.54 19 211 | 19 749  | 20 286  | 20 824  | 21 362  | 21 899  | 22 437  | 45   | 2.56 14 919 | 15 468 | 16 018 | 16 568  | 17 118  | 17 668  | 18 218  |
| 46     | 22 437      | 22 975  | 23 513  | 24 051  | 24 589  | 25 127  | 25 665  | 46   | 18 218      | 18 768 | 19 318 | 19 868  | 20 418  | 20 968  | 21 518  |
| 47     | 25 665      | 26 203  | 26 741  | 27 279  | 27 817  | 28 355  | 28 893  | 47   | 21 518      | 22 068 | 22 619 | 23 169  | 23 719  | 24 269  | 24 820  |
| 48     | 28 893      | 29 431  | 29 970  | 30 508  | 31 046  | 31 585  | 32 123  | 48   | 24 820      | 25 370 | 25 921 | 26 471  | 27 022  | 27 572  | 28 123  |
| 49     | 32 123      | 32 661  | 33 200  | 33 738  | 34 277  | 34 815  | 35 354  | 49   | 28 123      | 28 673 | 29 224 | 29 775  | 30 325  | 30 876  | 31 427  |
| 50     | 2.54 35 354 | 35 893  | 36 431  | 36 970  | 37 509  | 38 047  | 38 586  | 50   | 2.56 31 427 | 31 978 | 32 528 | 33 079  | 33 630  | 34 181  | 34 732  |
| 51     | 38 586      | 39 125  | 39 664  | 40 203  | 40 742  | 41 280  | 41 819  | 51   | 34 732      | 35 283 | 35 834 | 36 385  | 36 936  | 37 488  | 38 039  |
| 52     | 41 819      | 42 358  | 42 897  | 43 437  | 43 976  | 44 515  | 45 054  | 52   | 38 039      | 38 590 | 39 141 | 39 692  | 40 244  | 40 795  | 41 347  |
| 53     | 45 054      | 45 593  | 46 132  | 46 672  | 47 211  | 47 750  | 48 290  | 53   | 41 347      | 41 898 | 42 449 | 43 001  | 43 552  | 44 104  | 44 656  |
| 54     | 48 290      | 48 829  | 49 369  | 49 908  | 50 448  | 50 987  | 51 527  | 54   | 44 656      | 45 207 | 45 759 | 46 311  | 46 862  | 47 414  | 47 966  |
| 55     | 2.54 51 527 | 52 066  | 52 606  | 53 146  | 53 685  | 54 225  | 54 765  | 55   | 2.56 47 966 | 48 518 | 49 070 | 49 622  | 50 174  | 50 725  | 51 278  |
| 56     | 54 765      | 55 305  | 55 844  | 56 384  | 56 924  | 57 464  | 58 004  | 56   | 51 278      | 51 830 | 52 382 | 52 934  | 53 486  | 54 038  | 54 590  |
| 57     | 58 004      | 58 544  | 59 084  | 59 624  | 60 164  | 60 704  | 61 245  | 57   | 54 590      | 55 143 | 55 695 | 56 247  | 56 800  | 57 352  | 57 904  |
| 58     | 61 245      | 61 785  | 62 325  | 62 865  | 63 406  | 63 946  | 64 486  | 58   | 57 904      | 58 457 | 59 009 | 59 562  | 60 115  | 60 667  | 61 220  |
| 59     | 64 486      | 65 027  | 65 567  | 66 108  | 66 648  | 67 189  | 67 729  | 59   | 61 220      | 61 772 | 62 325 | 62 878  | 63 431  | 63 983  | 64 536  |

|   | 529   | 530   | 531   | 532   | 533   | 534   | 535   | 536   | 537   | 538   | 539   | 540   | 541   | 542   | 543   | 544   | 545   | 546   | 547   | 548   | 549   | 550   | 551   | 552   | 553   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 529.0 | 530.0 | 531.0 | 532.0 | 533.0 | 534.0 | 535.0 | 536.0 | 537.0 | 538.0 | 539.0 | 540.0 | 541.0 | 542.0 | 543.0 | 544.0 | 545.0 | 546.0 | 547.0 | 548.0 | 549.0 | 550.0 | 551.0 | 552.0 | 553.0 |
| 2 | 105.8 | 106.0 | 106.2 | 106.4 | 106.6 | 106.8 | 107.0 | 107.2 | 107.4 | 107.6 | 107.8 | 108.0 | 108.2 | 108.4 | 108.6 | 108.8 | 109.0 | 109.2 | 109.4 | 109.6 | 109.8 | 110.0 | 110.2 | 110.4 | 110.6 |
| 3 | 158.7 | 159.0 | 159.3 | 159.6 | 159.9 | 160.2 | 160.5 | 160.8 | 161.1 | 161.4 | 161.7 | 162.0 | 162.3 | 162.6 | 162.9 | 163.2 | 163.5 | 163.8 | 164.1 | 164.4 | 164.7 | 165.0 | 165.3 | 165.6 | 165.9 |
| 4 | 211.6 | 212.0 | 212.4 | 212.8 | 213.2 | 213.6 | 214.0 | 214.4 | 214.8 | 215.2 | 215.6 | 216.0 | 216.4 | 216.8 | 217.2 | 217.6 | 218.0 | 218.4 | 218.8 | 219.2 | 219.6 | 220.0 | 220.4 | 220.8 | 221.2 |
| 5 | 264.5 | 265.0 | 265.5 | 266.0 | 266.5 | 267.0 | 267.5 | 268.0 | 268.5 | 269.0 | 269.5 | 270.0 | 270.5 | 271.0 | 271.5 | 272.0 | 272.5 | 273.0 | 273.5 | 274.0 | 274.5 | 275.0 | 275.5 | 276.0 | 276.5 |
| 6 | 317.4 | 318.0 | 318.6 | 319.2 | 319.8 | 320.4 | 321.0 | 321.6 | 322.2 | 322.8 | 323.4 | 324.0 | 324.6 | 325.2 | 325.8 | 326.4 | 327.0 | 327.6 | 328.2 | 328.8 | 329.4 | 330.0 | 330.6 | 331.2 | 331.8 |
| 7 | 370.1 | 371.0 | 371.7 | 372.4 | 373.1 | 373.8 | 374.5 | 375.2 | 375.9 | 376.6 | 377.3 | 378.0 | 378.7 | 379.4 | 380.1 | 380.8 | 381.5 | 382.2 | 382.9 | 383.6 | 384.3 | 385.0 | 385.7 | 386.4 | 387.1 |
| 8 | 423.2 | 424.0 | 424.8 | 425.6 | 426.4 | 427.2 | 428.0 | 428.8 | 429.6 | 430.4 | 431.2 | 432.0 | 432.8 | 433.6 | 434.4 | 435.2 | 436.0 | 436.8 | 437.6 | 438.4 | 439.2 | 440.0 | 440.8 | 441.6 | 442.4 |
| 9 | 476.1 | 477.0 | 477.9 | 478.8 | 479.7 | 480.6 | 481.5 | 482.4 | 483.3 | 484.2 | 485.1 | 486.0 | 486.9 | 487.8 | 488.7 | 489.6 | 490.5 | 491.4 | 492.3 | 493.2 | 494.1 | 495.0 | 495.9 | 496.8 | 497.7 |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |         |         |         |      |             |         |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 126°   |             |        |        |        |         |         |         | 127° |             |         |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.56 64 536 | 65 089 | 65 642 | 66 195 | 66 748  | 67 301  | 67 854  | 0    | 2.58 65 858 | 66 424  | 66 989  | 67 555  | 68 121  | 68 687  | 69 253  |
| 1      | 67 854      | 68 407 | 68 960 | 69 514 | 70 067  | 70 620  | 71 173  | 1    | 69 253      | 69 819  | 70 385  | 70 951  | 71 517  | 72 083  | 72 649  |
| 2      | 71 173      | 71 727 | 72 280 | 72 833 | 73 387  | 73 940  | 74 494  | 2    | 72 649      | 73 215  | 73 781  | 74 347  | 74 913  | 75 480  | 76 046  |
| 3      | 74 494      | 75 047 | 75 601 | 76 154 | 76 708  | 77 262  | 77 815  | 3    | 76 046      | 76 612  | 77 179  | 77 745  | 78 312  | 78 878  | 79 445  |
| 4      | 77 815      | 78 369 | 78 923 | 79 477 | 80 030  | 80 584  | 81 138  | 4    | 79 445      | 80 011  | 80 578  | 81 145  | 81 711  | 82 278  | 82 845  |
| 5      | 2.56 81 138 | 81 692 | 82 246 | 82 800 | 83 354  | 83 908  | 84 462  | 5    | 2.58 82 845 | 83 411  | 83 978  | 84 545  | 85 112  | 85 679  | 86 246  |
| 6      | 84 462      | 85 016 | 85 571 | 86 125 | 86 679  | 87 233  | 87 788  | 6    | 86 246      | 86 813  | 87 380  | 87 947  | 88 514  | 89 081  | 89 649  |
| 7      | 87 788      | 88 342 | 88 896 | 89 451 | 90 005  | 90 560  | 91 114  | 7    | 89 649      | 90 216  | 90 783  | 91 350  | 91 918  | 92 485  | 93 052  |
| 8      | 91 114      | 91 669 | 92 223 | 92 778 | 93 333  | 93 887  | 94 442  | 8    | 93 052      | 93 620  | 94 187  | 94 755  | 95 322  | 95 890  | 96 458  |
| 9      | 94 442      | 94 997 | 95 552 | 96 107 | 96 661  | 97 216  | 97 771  | 9    | 96 458      | 97 025  | 97 593  | 98 161  | 98 728  | 99 296  | 99 864  |
| 10     | 2.56 97 771 | 98 326 | 98 881 | 99 436 | 99 991  | 100 547 | 101 102 | 10   | 2.58 99 864 | 100 432 | 101 000 | 101 568 | 102 136 | 102 704 | 103 272 |
| 11     | 2.57 01 102 | 01 657 | 02 212 | 02 767 | 03 323  | 03 878  | 04 433  | 11   | 2.59 03 272 | 03 840  | 04 408  | 04 976  | 05 545  | 06 113  | 06 681  |
| 12     | 04 433      | 04 989 | 05 544 | 06 100 | 06 655  | 07 211  | 07 766  | 12   | 06 681      | 07 249  | 07 818  | 08 386  | 08 955  | 09 523  | 10 091  |
| 13     | 07 766      | 08 322 | 08 878 | 09 433 | 09 989  | 10 545  | 11 101  | 13   | 10 092      | 10 660  | 11 229  | 11 797  | 12 366  | 12 935  | 13 503  |
| 14     | 11 101      | 11 656 | 12 212 | 12 768 | 13 324  | 13 880  | 14 436  | 14   | 13 503      | 14 072  | 14 641  | 15 210  | 15 779  | 16 348  | 16 916  |
| 15     | 2.57 14 436 | 14 992 | 15 548 | 16 104 | 16 660  | 17 217  | 17 773  | 15   | 2.59 16 916 | 17 485  | 18 054  | 18 624  | 19 193  | 19 762  | 20 331  |
| 16     | 17 773      | 18 329 | 18 885 | 19 441 | 19 998  | 20 554  | 21 111  | 16   | 20 331      | 20 900  | 21 469  | 22 039  | 22 608  | 23 177  | 23 747  |
| 17     | 21 111      | 21 667 | 22 224 | 22 780 | 23 337  | 23 894  | 24 450  | 17   | 23 747      | 24 316  | 24 886  | 25 455  | 26 025  | 26 594  | 27 164  |
| 18     | 24 450      | 25 007 | 25 564 | 26 120 | 26 677  | 27 234  | 27 791  | 18   | 27 164      | 27 733  | 28 303  | 28 873  | 29 443  | 30 012  | 30 582  |
| 19     | 27 791      | 28 348 | 28 905 | 29 461 | 30 018  | 30 575  | 31 133  | 19   | 30 582      | 31 152  | 31 722  | 32 292  | 32 862  | 33 432  | 34 002  |
| 20     | 2.57 31 133 | 31 690 | 32 247 | 32 804 | 33 361  | 33 918  | 34 476  | 20   | 2.59 34 002 | 34 572  | 35 142  | 35 712  | 36 282  | 36 853  | 37 423  |
| 21     | 34 476      | 35 033 | 35 590 | 36 148 | 36 705  | 37 263  | 37 820  | 21   | 37 423      | 37 993  | 38 564  | 39 134  | 39 704  | 40 275  | 40 845  |
| 22     | 37 820      | 38 378 | 38 935 | 39 493 | 40 050  | 40 608  | 41 166  | 22   | 40 845      | 41 416  | 41 986  | 42 557  | 43 128  | 43 698  | 44 269  |
| 23     | 41 166      | 41 723 | 42 281 | 42 839 | 43 397  | 43 955  | 44 513  | 23   | 44 269      | 44 840  | 45 411  | 45 981  | 46 552  | 47 123  | 47 694  |
| 24     | 44 513      | 45 071 | 45 629 | 46 187 | 46 745  | 47 303  | 47 861  | 24   | 47 694      | 48 265  | 48 836  | 49 407  | 49 978  | 50 549  | 51 120  |
| 25     | 2.57 47 861 | 48 419 | 48 977 | 49 535 | 50 094  | 50 652  | 51 210  | 25   | 2.59 51 120 | 51 692  | 52 263  | 52 834  | 53 405  | 53 976  | 54 548  |
| 26     | 51 210      | 51 769 | 52 327 | 52 885 | 53 444  | 54 002  | 54 561  | 26   | 54 548      | 55 120  | 55 691  | 56 263  | 56 834  | 57 405  | 57 977  |
| 27     | 54 561      | 55 120 | 55 678 | 56 237 | 56 796  | 57 354  | 57 913  | 27   | 57 977      | 58 549  | 59 121  | 59 692  | 60 264  | 60 836  | 61 408  |
| 28     | 57 913      | 58 472 | 59 031 | 59 590 | 60 148  | 60 707  | 61 266  | 28   | 61 408      | 61 979  | 62 551  | 63 123  | 63 695  | 64 267  | 64 839  |
| 29     | 61 266      | 61 825 | 62 384 | 62 943 | 63 503  | 64 062  | 64 621  | 29   | 64 839      | 65 411  | 65 983  | 66 556  | 67 128  | 67 700  | 68 272  |
| 30     | 2.57 64 621 | 65 180 | 65 739 | 66 298 | 66 857  | 67 417  | 67 977  | 30   | 2.59 68 272 | 68 845  | 69 417  | 69 989  | 70 562  | 71 134  | 71 707  |
| 31     | 67 977      | 68 536 | 69 096 | 69 655 | 70 215  | 70 774  | 71 334  | 31   | 71 707      | 72 279  | 72 852  | 73 424  | 73 997  | 74 570  | 75 142  |
| 32     | 71 334      | 71 894 | 72 453 | 73 013 | 73 573  | 74 133  | 74 693  | 32   | 75 142      | 75 715  | 76 288  | 76 861  | 77 434  | 78 007  | 78 579  |
| 33     | 74 693      | 75 252 | 75 812 | 76 372 | 76 932  | 77 492  | 78 052  | 33   | 78 579      | 79 152  | 79 725  | 80 299  | 80 872  | 81 445  | 82 018  |
| 34     | 78 052      | 78 612 | 79 172 | 79 732 | 80 293  | 80 853  | 81 413  | 34   | 82 018      | 82 591  | 83 164  | 83 738  | 84 311  | 84 884  | 85 458  |
| 35     | 2.57 81 413 | 81 973 | 82 534 | 83 094 | 83 654  | 84 215  | 84 775  | 35   | 2.59 85 458 | 86 031  | 86 604  | 87 178  | 87 751  | 88 325  | 88 899  |
| 36     | 84 775      | 85 336 | 85 896 | 86 457 | 87 018  | 87 578  | 88 139  | 36   | 88 899      | 89 472  | 90 046  | 90 620  | 91 193  | 91 767  | 92 341  |
| 37     | 88 139      | 88 700 | 89 260 | 89 821 | 90 382  | 90 943  | 91 504  | 37   | 92 341      | 92 915  | 93 489  | 94 063  | 94 637  | 95 211  | 95 785  |
| 38     | 91 504      | 92 065 | 92 626 | 93 187 | 93 748  | 94 309  | 94 870  | 38   | 95 785      | 96 359  | 96 933  | 97 507  | 98 081  | 98 656  | 99 230  |
| 39     | 94 870      | 95 431 | 95 992 | 96 553 | 97 114  | 97 676  | 98 237  | 39   | 99 230      | 99 804  | 100 379 | 100 953 | 101 527 | 102 102 | 102 676 |
| 40     | 2.57 98 237 | 98 799 | 99 360 | 99 921 | 100 483 | 101 045 | 101 606 | 40   | 2.60 02 676 | 03 251  | 03 825  | 04 400  | 04 975  | 05 549  | 06 124  |
| 41     | 2.58 01 606 | 02 168 | 02 729 | 03 291 | 03 853  | 04 414  | 04 976  | 41   | 06 124      | 06 699  | 07 274  | 07 849  | 08 423  | 08 998  | 09 573  |
| 42     | 04 976      | 05 538 | 06 100 | 06 662 | 07 223  | 07 785  | 08 347  | 42   | 09 573      | 10 148  | 10 723  | 11 298  | 11 873  | 12 449  | 13 024  |
| 43     | 08 347      | 08 909 | 09 471 | 10 034 | 10 596  | 11 158  | 11 720  | 43   | 13 024      | 13 599  | 14 174  | 14 750  | 15 325  | 15 900  | 16 476  |
| 44     | 11 720      | 12 282 | 12 844 | 13 407 | 13 969  | 14 531  | 15 094  | 44   | 16 476      | 17 051  | 17 627  | 18 202  | 18 778  | 19 353  | 19 929  |
| 45     | 2.58 15 094 | 15 656 | 16 219 | 16 781 | 17 344  | 17 906  | 18 469  | 45   | 2.60 19 929 | 20 504  | 21 080  | 21 656  | 22 232  | 22 807  | 23 383  |
| 46     | 18 469      | 19 032 | 19 594 | 20 157 | 20 720  | 21 283  | 21 846  | 46   | 23 383      | 23 959  | 24 535  | 25 111  | 25 687  | 26 263  | 26 839  |
| 47     | 21 846      | 22 408 | 22 971 | 23 534 | 24 097  | 24 660  | 25 223  | 47   | 26 839      | 27 415  | 27 991  | 28 568  | 29 144  | 29 720  | 30 296  |
| 48     | 25 223      | 25 786 | 26 350 | 26 913 | 27 476  | 28 039  | 28 602  | 48   | 30 296      | 30 873  | 31 449  | 32 026  | 32 602  | 33 179  | 33 755  |
| 49     | 28 602      | 29 166 | 29 729 | 30 292 | 30 856  | 31 419  | 31 983  | 49   | 33 755      | 34 332  | 34 908  | 35 485  | 36 062  | 36 638  | 37 215  |
| 50     | 2.58 31 983 | 32 546 | 33 110 | 33 673 | 34 237  | 34 801  | 35 364  | 50   | 2.60 37 215 | 37 792  | 38 369  | 38 945  | 39 522  | 40 099  | 40 676  |
| 51     | 35 364      | 35 928 | 36 492 | 37 056 | 37 620  | 38 183  | 38 747  | 51   | 40 676      | 41 253  | 41 830  | 42 407  | 42 985  | 43 562  | 44 139  |
| 52     | 38 747      | 39 311 | 39 875 | 40 439 | 41 003  | 41 568  | 42 132  | 52   | 44 139      | 44 716  | 45 293  | 45 871  | 46 448  | 47 026  | 47 603  |
| 53     | 42 132      | 42 696 | 43 260 | 43 824 | 44 389  | 44 953  | 45 517  | 53   | 47 603      | 48 180  | 48 758  | 49 335  | 49 913  | 50 491  | 51 068  |
| 54     | 45 517      | 46 082 | 46 646 | 47 211 | 47 775  | 48 340  | 48 904  | 54   | 51 068      | 51 646  | 52 224  | 52 802  | 53 379  | 53 957  | 54 535  |
| 55     | 2.58 48 904 | 49 469 | 50 033 | 50 598 | 51 163  | 51 728  | 52 292  | 55   | 2.60 54 535 | 55 113  | 55 691  | 56 269  | 56 847  | 57 425  | 58 003  |
| 56     | 52 292      | 52 857 | 53 422 | 53 987 | 54 552  | 55 117  | 55 682  | 56   | 58 003      | 58 581  | 59 159  | 59 738  | 60 316  | 60 894  | 61 473  |
| 57     | 55 682      | 56 247 | 56 812 | 57 377 | 57 942  | 58 507  | 59 073  | 57   | 61 473      | 62 051  | 62 629  | 63 208  | 63 786  | 64 365  | 64 943  |
| 58     | 59 073      | 59 638 | 60 203 | 60 768 | 61 334  | 61 899  | 62 465  | 58   | 64 943      | 65 522  | 66 101  | 66 679  | 67 258  | 67 837  | 68 416  |
| 59     | 62 465      | 63 030 | 63 596 | 64 161 | 64 727  | 65 292  | 65 858  | 59   | 68 416      | 68 994  | 69 573  | 70 152  | 70 731  | 71 310  | 71 889  |

|   | 553   | 554   | 555   | 556   | 557   | 558   | 559   | 561   | 562   | 563   | 564   | 565   | 566   | 567   | 568   | 569   | 571   | 572   | 573   | 574   | 575   | 576   | 577   | 578   | 579   |       |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 55.3  | 55.4  | 55.5  | 55.6  | 55.7  | 55.8  | 55.9  | 56.1  | 56.2  | 56.3  | 56.4  | 56.5  | 56.6  | 56.7  | 56.8  | 56.9  | 57.1  | 57.2  | 57.3  | 57.4  | 57.5  | 57.6  | 57.7  | 57.8  | 57.9  | 1     |   |
| 2 | 110.6 | 110.8 | 111.0 | 111.2 | 111.4 | 111.6 | 111.8 | 112.2 | 112.4 | 112.6 | 112.8 | 113.0 | 113.2 | 113.4 | 113.6 | 113.8 | 114.2 | 114.4 | 114.6 | 114.8 | 115.0 | 115.2 | 115.4 | 115.6 | 115.8 | 2     |   |
| 3 | 165.9 | 166.2 | 166.5 | 166.8 | 167.1 | 167.4 | 167.7 | 168.3 | 168.6 | 168.9 | 169.2 | 169.5 | 169.8 | 170.1 | 170.4 | 170.7 | 171.3 | 171.6 | 171.9 | 172.2 | 172.5 | 172.8 | 173.1 | 173.4 | 173.7 | 3     |   |
| 4 | 221.2 | 221.6 | 222.0 | 222.4 | 222.8 | 223.2 | 223.6 | 224.4 | 224.8 | 225.2 | 225.6 | 226.0 | 226.4 | 226.8 | 227.2 | 227.6 | 228.4 | 228.8 | 229.2 | 229.6 | 230.0 | 230.4 | 230.8 | 231.2 | 231.6 | 4     |   |
| 5 | 276.5 | 277.0 | 277.5 | 278.0 | 278.5 | 279.0 | 279.  | 279.5 | 280.5 | 281.0 | 281.5 | 282.0 | 282.5 | 283.0 | 283.5 | 284.0 | 284.5 | 285.0 | 286.0 | 286.5 | 287.0 | 287.5 | 288.0 | 288.5 | 289.0 | 5     |   |
| 6 | 331.8 | 332.4 | 333.0 | 333.6 | 334.2 | 334.8 | 339.  | 339.5 | 336.6 | 337.2 | 337.8 | 338.4 | 339.0 | 339.6 | 340.2 | 340.8 | 341.4 | 342.6 | 343.2 | 343.8 | 344.4 | 345.0 | 345.6 | 346.2 | 346.8 | 347.4 | 6 |
| 7 | 387.1 | 387.8 | 388.5 | 389.2 | 389.9 | 390.6 | 391.3 | 392.7 | 393.4 | 394.1 | 394.8 | 395.5 | 396.2 | 396.9 | 397.6 | 398.3 | 399.7 | 400.4 | 401.1 | 401.8 | 402.5 | 403.2 | 403.9 | 404.6 | 405.3 | 7     |   |
| 8 | 442.4 | 443.8 | 444.0 | 444.8 | 445.6 | 446.4 | 447.2 | 448.8 | 449.4 | 450.4 | 451.2 | 452.0 | 452.8 | 453.6 | 454.4 | 455.2 | 456.8 | 457.6 | 458.4 | 459.2 | 460.0 | 460.8 | 461.6 | 462.4 | 463.2 | 8     |   |
| 9 | 497.7 | 498.6 | 499.0 | 499.5 | 500.4 | 501.3 | 502.2 | 503.1 | 504.9 | 505.8 | 506.7 | 507.6 | 508.5 | 509.4 | 510.3 | 511.2 | 512.1 | 513.9 | 514.8 | 515.7 | 516.6 | 517.5 | 518.4 | 519.3 | 520.2 | 521.1 | 9 |



Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |      |             |        |        |        |        |         |  |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|--|
| 128°   |             |         |         |         |         |         |         | 129° |             |        |        |        |        |         |  |
| v      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     |  |
| 0      | 2.60 71 889 | 72 468  | 73 047  | 73 626  | 74 206  | 74 785  | 75 364  | 0    | 2.62 82 835 | 83 428 | 84 021 | 84 614 | 85 207 | 85 800  |  |
| 1      | 75 364      | 75 943  | 76 523  | 77 102  | 77 681  | 78 261  | 78 840  | 1    | 86 393      | 86 986 | 87 580 | 88 173 | 88 766 | 89 360  |  |
| 2      | 78 840      | 79 420  | 79 999  | 80 579  | 81 159  | 81 738  | 82 318  | 2    | 89 953      | 90 547 | 91 140 | 91 734 | 92 327 | 92 921  |  |
| 3      | 82 318      | 82 898  | 83 477  | 84 057  | 84 637  | 85 217  | 85 797  | 3    | 93 515      | 94 108 | 94 702 | 95 296 | 95 890 | 96 484  |  |
| 4      | 85 797      | 86 377  | 86 957  | 87 537  | 88 117  | 88 697  | 89 277  | 4    | 97 078      | 97 671 | 98 265 | 98 859 | 99 454 | 100 048 |  |
| 5      | 2.60 89 277 | 89 857  | 90 438  | 91 018  | 91 598  | 92 179  | 92 759  | 5    | 2.63 00 642 | 01 236 | 01 830 | 02 425 | 03 019 | 03 613  |  |
| 6      | 92 759      | 93 339  | 93 920  | 94 500  | 95 081  | 95 662  | 96 242  | 6    | 04 208      | 04 802 | 05 396 | 05 991 | 06 586 | 07 180  |  |
| 7      | 96 242      | 96 823  | 97 403  | 97 984  | 98 565  | 99 146  | 99 727  | 7    | 07 775      | 08 369 | 08 964 | 09 559 | 10 154 | 10 748  |  |
| 8      | 99 727      | 100 307 | 100 888 | 101 469 | 102 050 | 102 631 | 103 212 | 8    | 11 343      | 11 938 | 12 533 | 13 128 | 13 723 | 14 318  |  |
| 9      | 2.61 03 212 | 03 794  | 04 375  | 04 956  | 05 537  | 06 118  | 06 700  | 9    | 14 913      | 15 509 | 16 104 | 16 699 | 17 294 | 17 890  |  |
| 10     | 2.61 06 700 | 07 281  | 07 862  | 08 444  | 09 025  | 09 607  | 10 188  | 10   | 2.63 18 485 | 19 080 | 19 676 | 20 271 | 20 867 | 21 462  |  |
| 11     | 10 188      | 10 770  | 11 351  | 11 933  | 12 515  | 13 097  | 13 678  | 11   | 22 058      | 22 653 | 23 249 | 23 845 | 24 441 | 25 036  |  |
| 12     | 13 678      | 14 260  | 14 842  | 15 424  | 16 006  | 16 588  | 17 170  | 12   | 25 632      | 26 228 | 26 824 | 27 420 | 28 016 | 28 612  |  |
| 13     | 17 170      | 17 752  | 18 334  | 18 916  | 19 498  | 20 080  | 20 662  | 13   | 29 208      | 29 804 | 30 400 | 30 996 | 31 593 | 32 189  |  |
| 14     | 20 662      | 21 245  | 21 827  | 22 409  | 22 992  | 23 574  | 24 156  | 14   | 32 785      | 33 381 | 33 978 | 34 574 | 35 171 | 35 767  |  |
| 15     | 2.61 24 156 | 24 739  | 25 321  | 25 904  | 26 487  | 27 069  | 27 652  | 15   | 2.63 36 364 | 36 960 | 37 557 | 38 154 | 38 750 | 39 347  |  |
| 16     | 27 652      | 28 235  | 28 817  | 29 400  | 29 983  | 30 566  | 31 149  | 16   | 39 944      | 40 541 | 41 138 | 41 735 | 42 331 | 42 928  |  |
| 17     | 31 149      | 31 732  | 32 315  | 32 898  | 33 481  | 34 064  | 34 647  | 17   | 43 525      | 44 123 | 44 720 | 45 317 | 45 914 | 46 511  |  |
| 18     | 34 647      | 35 230  | 35 813  | 36 397  | 36 980  | 37 563  | 38 147  | 18   | 47 108      | 47 706 | 48 303 | 48 900 | 49 498 | 50 095  |  |
| 19     | 38 147      | 38 730  | 39 314  | 39 897  | 40 481  | 41 064  | 41 648  | 19   | 50 693      | 51 290 | 51 888 | 52 486 | 53 083 | 53 681  |  |
| 20     | 2.61 41 648 | 42 231  | 42 815  | 43 399  | 43 983  | 44 566  | 45 150  | 20   | 2.63 54 279 | 54 877 | 55 474 | 56 072 | 56 670 | 57 268  |  |
| 21     | 45 150      | 45 734  | 46 318  | 46 902  | 47 486  | 48 070  | 48 654  | 21   | 57 866      | 58 464 | 59 062 | 59 660 | 60 258 | 60 857  |  |
| 22     | 48 654      | 49 238  | 49 822  | 50 406  | 50 991  | 51 575  | 52 159  | 22   | 61 455      | 62 053 | 62 651 | 63 250 | 63 848 | 64 447  |  |
| 23     | 52 159      | 52 743  | 53 328  | 53 912  | 54 497  | 55 081  | 55 666  | 23   | 65 045      | 65 644 | 66 242 | 66 841 | 67 439 | 68 038  |  |
| 24     | 55 666      | 56 250  | 56 835  | 57 419  | 58 004  | 58 589  | 59 174  | 24   | 68 637      | 69 235 | 69 834 | 70 433 | 71 032 | 71 631  |  |
| 25     | 2.61 59 174 | 59 758  | 60 343  | 60 928  | 61 513  | 62 098  | 62 683  | 25   | 2.63 72 230 | 72 829 | 73 428 | 74 027 | 74 626 | 75 225  |  |
| 26     | 62 683      | 63 268  | 63 853  | 64 438  | 65 023  | 65 608  | 66 194  | 26   | 75 824      | 76 424 | 77 023 | 77 622 | 78 221 | 78 821  |  |
| 27     | 66 194      | 66 779  | 67 364  | 67 950  | 68 535  | 69 120  | 69 706  | 27   | 79 420      | 80 020 | 80 619 | 81 219 | 81 819 | 82 418  |  |
| 28     | 69 706      | 70 291  | 70 877  | 71 462  | 72 048  | 72 634  | 73 219  | 28   | 83 018      | 83 618 | 84 217 | 84 817 | 85 417 | 86 017  |  |
| 29     | 73 219      | 73 805  | 74 391  | 74 977  | 75 562  | 76 148  | 76 734  | 29   | 86 617      | 87 217 | 87 817 | 88 417 | 89 017 | 89 617  |  |
| 30     | 2.61 76 734 | 77 320  | 77 906  | 78 492  | 79 078  | 79 664  | 80 251  | 30   | 2.63 90 217 | 90 817 | 91 418 | 92 018 | 92 618 | 93 219  |  |
| 31     | 80 251      | 80 837  | 81 423  | 82 009  | 82 596  | 83 182  | 83 768  | 31   | 93 819      | 94 420 | 95 020 | 95 621 | 96 221 | 96 822  |  |
| 32     | 83 768      | 84 355  | 84 941  | 85 528  | 86 114  | 86 701  | 87 287  | 32   | 97 422      | 98 023 | 98 624 | 99 225 | 99 825 | 100 426 |  |
| 33     | 87 287      | 87 874  | 88 461  | 89 047  | 89 634  | 90 221  | 90 808  | 33   | 2.64 01 027 | 01 628 | 02 229 | 02 830 | 03 431 | 04 032  |  |
| 34     | 90 808      | 91 395  | 91 982  | 92 569  | 93 156  | 93 743  | 94 330  | 34   | 04 633      | 05 234 | 05 836 | 06 437 | 07 038 | 07 640  |  |
| 35     | 2.61 94 330 | 94 917  | 95 504  | 96 091  | 96 678  | 97 266  | 97 853  | 35   | 2.64 08 241 | 08 842 | 09 444 | 10 045 | 10 647 | 11 248  |  |
| 36     | 97 853      | 98 440  | 99 028  | 99 615  | 100 203 | 100 790 | 101 378 | 36   | 11 850      | 12 452 | 13 053 | 13 655 | 14 257 | 14 859  |  |
| 37     | 2.62 01 378 | 01 965  | 02 553  | 03 141  | 03 728  | 04 316  | 04 904  | 37   | 15 461      | 16 063 | 16 665 | 17 267 | 17 869 | 18 471  |  |
| 38     | 04 904      | 05 492  | 06 080  | 06 667  | 07 255  | 07 843  | 08 431  | 38   | 19 073      | 19 675 | 20 277 | 20 879 | 21 482 | 22 084  |  |
| 39     | 08 431      | 09 019  | 09 607  | 10 196  | 10 784  | 11 372  | 11 960  | 39   | 22 686      | 23 289 | 23 891 | 24 494 | 25 096 | 25 699  |  |
| 40     | 2.62 11 960 | 12 549  | 13 137  | 13 725  | 14 314  | 14 902  | 15 491  | 40   | 2.64 26 301 | 26 904 | 27 507 | 28 109 | 28 712 | 29 315  |  |
| 41     | 15 491      | 16 079  | 16 668  | 17 256  | 17 845  | 18 434  | 19 022  | 41   | 29 918      | 30 521 | 31 124 | 31 727 | 32 330 | 32 933  |  |
| 42     | 19 022      | 19 611  | 20 200  | 20 789  | 21 377  | 21 966  | 22 555  | 42   | 33 536      | 34 139 | 34 742 | 35 345 | 35 948 | 36 552  |  |
| 43     | 22 555      | 23 144  | 23 733  | 24 322  | 24 912  | 25 501  | 26 090  | 43   | 37 155      | 37 758 | 38 362 | 38 965 | 39 569 | 40 172  |  |
| 44     | 26 090      | 26 679  | 27 268  | 27 858  | 28 447  | 29 036  | 29 626  | 44   | 40 776      | 41 380 | 41 983 | 42 587 | 43 191 | 43 794  |  |
| 45     | 2.62 29 626 | 30 215  | 30 805  | 31 394  | 31 984  | 32 573  | 33 163  | 45   | 2.64 44 398 | 45 002 | 45 606 | 46 210 | 46 814 | 47 418  |  |
| 46     | 33 163      | 33 753  | 34 343  | 34 932  | 35 522  | 36 112  | 36 702  | 46   | 48 022      | 48 626 | 49 230 | 49 835 | 50 439 | 51 043  |  |
| 47     | 36 702      | 37 292  | 37 882  | 38 472  | 39 062  | 39 652  | 40 242  | 47   | 51 647      | 52 252 | 52 856 | 53 461 | 54 065 | 54 670  |  |
| 48     | 40 242      | 40 832  | 41 422  | 42 013  | 42 603  | 43 193  | 43 784  | 48   | 55 274      | 55 879 | 56 483 | 57 088 | 57 693 | 58 298  |  |
| 49     | 43 784      | 44 374  | 44 964  | 45 555  | 46 145  | 46 736  | 47 327  | 49   | 58 902      | 59 507 | 60 112 | 60 717 | 61 322 | 61 927  |  |
| 50     | 2.62 47 327 | 47 917  | 48 508  | 49 099  | 49 689  | 50 280  | 50 871  | 50   | 2.64 62 532 | 63 137 | 63 742 | 64 347 | 64 953 | 65 558  |  |
| 51     | 50 871      | 51 462  | 52 053  | 52 644  | 53 235  | 53 826  | 54 417  | 51   | 66 163      | 66 769 | 67 374 | 67 979 | 68 585 | 69 190  |  |
| 52     | 54 417      | 55 008  | 55 599  | 56 190  | 56 782  | 57 373  | 57 964  | 52   | 69 796      | 70 401 | 71 007 | 71 613 | 72 218 | 72 824  |  |
| 53     | 57 964      | 58 555  | 59 147  | 59 738  | 60 330  | 60 921  | 61 513  | 53   | 73 430      | 74 036 | 74 642 | 75 248 | 75 854 | 76 460  |  |
| 54     | 61 513      | 62 104  | 62 696  | 63 288  | 63 879  | 64 471  | 65 063  | 54   | 77 066      | 77 672 | 78 278 | 78 884 | 79 490 | 80 096  |  |
| 55     | 2.62 65 063 | 65 655  | 66 247  | 66 838  | 67 430  | 68 022  | 68 614  | 55   | 2.64 80 703 | 81 309 | 81 915 | 82 522 | 83 128 | 83 735  |  |
| 56     | 68 614      | 69 206  | 69 798  | 70 391  | 70 983  | 71 575  | 72 167  | 56   | 84 341      | 84 948 | 85 555 | 86 161 | 86 768 | 87 375  |  |
| 57     | 72 167      | 72 760  | 73 352  | 73 944  | 74 537  | 75 129  | 75 722  | 57   | 87 981      | 88 588 | 89 195 | 89 802 | 90 409 | 91 016  |  |
| 58     | 75 722      | 76 314  | 76 907  | 77 499  | 78 092  | 78 685  | 79 277  | 58   | 91 623      | 92 230 | 92 837 | 93 444 | 94 051 | 94 659  |  |
| 59     | 79 277      | 79 870  | 80 463  | 81 056  | 81 649  | 82 242  | 82 835  | 59   | 95 266      | 95 873 | 96 481 | 97 088 | 97 695 | 98 303  |  |

|   | 579   | 581   | 582   | 583   | 584   | 585   | 586   | 587   | 588   | 589   | 591   | 592   | 593   | 594   | 596   | 597   | 598   | 599   | 601   | 602   | 603   | 604   | 606   | 607   | 6 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 57.9  | 58.1  | 58.2  | 58.3  | 58.4  | 58.5  | 58.6  | 58.7  | 58.8  | 58.9  | 59.1  | 59.2  | 59.3  | 59.4  | 59.6  | 59.7  | 59.8  | 59.9  | 60.1  | 60.2  | 60.3  | 60.4  | 60.6  | 60.7  | 6 |
| 2 | 115.8 | 116.2 | 116.4 | 116.6 | 116.8 | 117.0 | 117.2 | 117.4 | 117.6 | 117.8 | 118.0 | 118.4 | 118.6 | 118.8 | 119.0 | 119.4 | 119.6 | 119.8 | 120.2 | 120.4 | 120.6 | 120.8 | 121.2 | 121.4 | 1 |
| 3 | 171.7 | 174.3 | 174.6 | 174.9 | 175.5 | 175.8 | 176.1 | 176.4 | 176.7 | 177.3 | 177.6 | 177.9 | 178.2 | 178.8 | 179.1 | 179.4 | 179.7 | 180.3 | 180.6 | 180.9 | 181.2 | 181.8 | 182.1 | 1     |   |
| 4 | 211.6 | 232.1 | 232.8 | 233.2 | 233.6 | 234.0 | 234.4 | 234.8 | 235.2 | 235.6 | 236.4 | 236.8 | 237.2 | 237.6 | 238.4 | 238.8 | 239.2 | 239.6 | 240.1 | 240.8 | 241.2 | 241.6 | 242.4 | 242.8 | 2 |
| 5 | 280.5 | 290.5 | 291.0 | 291.5 | 292.0 | 292.5 | 293.0 | 293.5 | 294.0 | 294.5 | 295.5 | 296.0 | 296.5 | 297.0 | 298.0 | 298.5 | 299.0 | 299.5 | 300.5 | 301.0 | 301.5 | 302.0 | 303.0 | 303.5 | 3 |
| 6 | 347.4 | 348.6 | 349.2 | 349.8 | 350.4 | 351.0 | 351.6 | 352.2 | 352.8 | 353.4 | 354.5 | 355.0 | 355.5 | 356.4 | 357.6 | 358.5 | 358.8 | 359.4 | 360.6 | 361.2 | 361.8 | 362.4 | 363.6 | 364.2 | 4 |
| 7 | 405.3 | 406.7 | 407.4 | 408.1 | 408.8 | 409.5 | 410.2 | 410.9 | 411.6 | 412.3 | 413.7 | 414.4 | 415.1 | 415.8 | 417.2 | 417.9 | 418.6 | 419.3 | 420.7 | 421.4 | 422.1 | 422.8 | 424.2 | 424.9 | 4 |
| 8 | 461.3 | 464.8 | 465.6 | 466.4 | 467.2 | 468.0 | 468.8 | 469.6 | 470.4 | 471.2 | 472.8 | 473.6 | 474.4 | 475.2 | 476.8 | 477.6 | 478.4 | 479.2 | 480.8 | 481.6 | 482.4 | 483.1 | 484.8 | 485.6 | 4 |
| 9 | 511.1 | 522.9 | 505.8 | 504.7 | 503.6 | 526.5 | 527.4 | 528.3 | 529.2 | 530.1 | 531.9 | 532.8 | 533.7 | 534.6 | 536.4 | 537.3 | 538.2 | 539.1 | 540.9 | 541.8 | 542.7 | 543.6 | 545.4 | 546.3 | 5 |



Tafel IV.

log M.

| 130° |             |        |        |        |         |         |         | 131° |             |        |         |         |         |         |         |
|------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0    | 2.64 98 911 | 99 518 | 50 126 | 50 733 | 51 341  | 51 949  | 52 557  | 0    | 2.67 20 345 | 20 968 | 21 591  | 22 214  | 22 837  | 23 460  | 24 083  |
| 1    | 2.65 02 557 | 03 164 | 03 772 | 04 380 | 04 988  | 05 596  | 06 204  | 1    | 24 083      | 24 706 | 25 329  | 25 952  | 26 575  | 27 198  | 27 822  |
| 2    | 06 204      | 06 812 | 07 420 | 08 028 | 08 637  | 09 245  | 09 853  | 2    | 27 822      | 28 445 | 29 068  | 29 692  | 30 315  | 30 938  | 31 562  |
| 3    | 09 853      | 10 461 | 11 070 | 11 678 | 12 287  | 12 895  | 13 504  | 3    | 31 562      | 32 186 | 32 809  | 33 433  | 34 056  | 34 680  | 35 304  |
| 4    | 13 504      | 14 112 | 14 721 | 15 329 | 15 938  | 16 547  | 17 155  | 4    | 35 304      | 35 928 | 36 552  | 37 176  | 37 800  | 38 423  | 39 048  |
| 5    | 2.65 17 155 | 17 764 | 18 373 | 18 982 | 19 591  | 20 200  | 20 809  | 5    | 2.67 39 048 | 39 672 | 40 296  | 40 920  | 41 544  | 42 168  | 42 793  |
| 6    | 20 809      | 21 418 | 22 027 | 22 636 | 23 245  | 23 855  | 24 464  | 6    | 42 793      | 43 417 | 44 041  | 44 666  | 45 290  | 45 915  | 46 539  |
| 7    | 24 464      | 25 073 | 25 683 | 26 292 | 26 901  | 27 511  | 28 120  | 7    | 46 539      | 47 164 | 47 789  | 48 413  | 49 038  | 49 663  | 50 288  |
| 8    | 28 120      | 28 730 | 29 340 | 29 949 | 30 559  | 31 169  | 31 778  | 8    | 50 288      | 50 912 | 51 537  | 52 162  | 52 787  | 53 412  | 54 037  |
| 9    | 31 778      | 32 388 | 32 998 | 33 608 | 34 218  | 34 828  | 35 438  | 9    | 54 037      | 54 663 | 55 288  | 55 913  | 56 538  | 57 163  | 57 789  |
| 10   | 2.65 35 438 | 36 048 | 36 658 | 37 268 | 37 878  | 38 489  | 39 099  | 10   | 2.67 57 789 | 58 414 | 59 040  | 59 665  | 60 291  | 60 916  | 61 542  |
| 11   | 39 099      | 39 709 | 40 319 | 40 930 | 41 540  | 42 151  | 42 761  | 11   | 61 542      | 62 167 | 62 793  | 63 419  | 64 045  | 64 670  | 65 296  |
| 12   | 42 761      | 43 372 | 43 982 | 44 593 | 45 204  | 45 814  | 46 425  | 12   | 65 296      | 65 922 | 66 548  | 67 174  | 67 800  | 68 426  | 69 052  |
| 13   | 46 425      | 47 036 | 47 647 | 48 258 | 48 869  | 49 480  | 50 091  | 13   | 69 052      | 69 679 | 70 305  | 70 931  | 71 557  | 72 184  | 72 810  |
| 14   | 50 091      | 50 702 | 51 313 | 51 924 | 52 535  | 53 146  | 53 758  | 14   | 72 810      | 73 436 | 74 063  | 74 689  | 75 316  | 75 943  | 76 569  |
| 15   | 2.65 53 758 | 54 369 | 54 980 | 55 592 | 56 203  | 56 815  | 57 426  | 15   | 2.67 76 569 | 77 196 | 77 823  | 78 449  | 79 076  | 79 703  | 80 330  |
| 16   | 57 426      | 58 038 | 58 649 | 59 261 | 59 873  | 60 484  | 61 096  | 16   | 80 330      | 80 957 | 81 584  | 82 211  | 82 838  | 83 465  | 84 092  |
| 17   | 61 096      | 61 708 | 62 320 | 62 932 | 63 544  | 64 156  | 64 768  | 17   | 84 092      | 84 720 | 85 347  | 85 974  | 86 602  | 87 229  | 87 856  |
| 18   | 64 768      | 65 380 | 65 992 | 66 604 | 67 216  | 67 828  | 68 441  | 18   | 87 856      | 88 484 | 89 111  | 89 739  | 90 367  | 90 994  | 91 622  |
| 19   | 68 441      | 69 053 | 69 665 | 70 278 | 70 890  | 71 503  | 72 115  | 19   | 91 622      | 92 250 | 92 877  | 93 505  | 94 133  | 94 761  | 95 389  |
| 20   | 2.65 72 115 | 72 728 | 73 340 | 73 953 | 74 566  | 75 178  | 75 791  | 20   | 2.67 95 389 | 96 017 | 96 645  | 97 273  | 97 901  | 98 529  | 99 158  |
| 21   | 75 791      | 76 404 | 77 017 | 77 630 | 78 243  | 78 856  | 79 469  | 21   | 99 158      | 99 786 | 100 414 | 101 043 | 101 671 | 102 299 | 102 928 |
| 22   | 79 469      | 80 082 | 80 695 | 81 308 | 81 921  | 82 534  | 83 148  | 22   | 2.68 02 928 | 03 556 | 04 185  | 04 814  | 05 442  | 06 071  | 06 700  |
| 23   | 83 148      | 83 761 | 84 374 | 84 987 | 85 601  | 86 215  | 86 828  | 23   | 06 700      | 07 329 | 07 957  | 08 586  | 09 215  | 09 844  | 10 473  |
| 24   | 86 828      | 87 442 | 88 055 | 88 669 | 89 283  | 89 896  | 90 510  | 24   | 10 473      | 11 102 | 11 731  | 12 361  | 12 990  | 13 619  | 14 248  |
| 25   | 2.65 90 510 | 91 124 | 91 738 | 92 352 | 92 966  | 93 580  | 94 194  | 25   | 2.68 14 248 | 14 878 | 15 507  | 16 136  | 16 766  | 17 395  | 18 025  |
| 26   | 94 194      | 94 808 | 95 422 | 96 036 | 96 650  | 97 265  | 97 879  | 26   | 18 025      | 18 654 | 19 284  | 19 914  | 20 543  | 21 173  | 21 803  |
| 27   | 97 879      | 98 493 | 99 108 | 99 722 | 100 336 | 100 951 | 101 566 | 27   | 21 803      | 22 433 | 23 063  | 23 693  | 24 323  | 24 953  | 25 583  |
| 28   | 2.66 01 566 | 02 180 | 02 795 | 03 409 | 04 024  | 04 639  | 05 254  | 28   | 25 583      | 26 213 | 26 843  | 27 473  | 28 103  | 28 734  | 29 364  |
| 29   | 05 254      | 05 868 | 06 483 | 07 098 | 07 713  | 08 328  | 08 943  | 29   | 29 364      | 29 994 | 30 625  | 31 255  | 31 886  | 32 516  | 33 147  |
| 30   | 2.66 08 943 | 09 558 | 10 174 | 10 789 | 11 404  | 12 019  | 12 634  | 30   | 2.68 33 147 | 33 778 | 34 408  | 35 039  | 35 670  | 36 301  | 36 932  |
| 31   | 12 634      | 13 250 | 13 865 | 14 481 | 15 096  | 15 712  | 16 327  | 31   | 36 932      | 37 563 | 38 193  | 38 824  | 39 455  | 40 087  | 40 718  |
| 32   | 16 327      | 16 943 | 17 558 | 18 174 | 18 790  | 19 406  | 20 021  | 32   | 40 718      | 41 349 | 41 980  | 42 611  | 43 243  | 43 874  | 44 505  |
| 33   | 20 021      | 20 637 | 21 253 | 21 869 | 22 485  | 23 101  | 23 717  | 33   | 44 505      | 45 137 | 45 768  | 46 400  | 47 031  | 47 663  | 48 295  |
| 34   | 23 717      | 24 333 | 24 949 | 25 566 | 26 182  | 26 798  | 27 414  | 34   | 48 295      | 48 926 | 49 558  | 50 190  | 50 822  | 51 454  | 52 086  |
| 35   | 2.66 27 414 | 28 031 | 28 647 | 29 264 | 29 880  | 30 497  | 31 113  | 35   | 2.68 52 086 | 52 718 | 53 350  | 53 982  | 54 614  | 55 246  | 55 878  |
| 36   | 31 113      | 31 730 | 32 346 | 32 963 | 33 580  | 34 197  | 34 814  | 36   | 55 878      | 56 510 | 57 143  | 57 775  | 58 407  | 59 040  | 59 672  |
| 37   | 34 814      | 35 431 | 36 047 | 36 664 | 37 281  | 37 898  | 38 515  | 37   | 59 672      | 60 305 | 60 937  | 61 570  | 62 203  | 62 835  | 63 468  |
| 38   | 38 515      | 39 132 | 39 750 | 40 367 | 40 984  | 41 601  | 42 219  | 38   | 63 468      | 64 101 | 64 734  | 65 366  | 65 999  | 66 632  | 67 265  |
| 39   | 42 219      | 42 836 | 43 454 | 44 071 | 44 689  | 45 306  | 45 924  | 39   | 67 265      | 67 898 | 68 531  | 69 164  | 69 798  | 70 431  | 71 064  |
| 40   | 2.66 45 924 | 46 541 | 47 159 | 47 777 | 48 394  | 49 012  | 49 630  | 40   | 2.68 71 064 | 71 697 | 72 331  | 72 964  | 73 598  | 74 231  | 74 865  |
| 41   | 49 630      | 50 248 | 50 866 | 51 484 | 52 102  | 52 720  | 53 338  | 41   | 74 865      | 75 498 | 76 132  | 76 765  | 77 399  | 78 033  | 78 667  |
| 42   | 53 338      | 53 956 | 54 574 | 55 193 | 55 811  | 56 429  | 57 048  | 42   | 78 667      | 79 301 | 79 934  | 80 568  | 81 202  | 81 836  | 82 470  |
| 43   | 57 048      | 57 666 | 58 284 | 58 903 | 59 521  | 60 140  | 60 759  | 43   | 82 470      | 83 105 | 83 739  | 84 373  | 85 007  | 85 641  | 86 276  |
| 44   | 60 759      | 61 377 | 61 996 | 62 615 | 63 234  | 63 853  | 64 471  | 44   | 86 276      | 86 910 | 87 545  | 88 179  | 88 813  | 89 448  | 90 083  |
| 45   | 2.66 64 471 | 65 090 | 65 709 | 66 328 | 66 947  | 67 566  | 68 185  | 45   | 2.68 90 083 | 90 717 | 91 352  | 91 987  | 92 621  | 93 256  | 93 891  |
| 46   | 68 185      | 68 805 | 69 424 | 70 043 | 70 662  | 71 282  | 71 901  | 46   | 93 891      | 94 526 | 95 161  | 95 796  | 96 431  | 97 066  | 97 701  |
| 47   | 71 901      | 72 520 | 73 140 | 73 759 | 74 379  | 74 999  | 75 618  | 47   | 97 701      | 98 336 | 98 972  | 99 607  | 100 242 | 100 878 | 101 513 |
| 48   | 75 618      | 76 238 | 76 858 | 77 477 | 78 097  | 78 717  | 79 337  | 48   | 2.69 01 513 | 02 148 | 02 784  | 03 420  | 04 055  | 04 691  | 05 326  |
| 49   | 79 337      | 79 957 | 80 577 | 81 197 | 81 817  | 82 437  | 83 057  | 49   | 05 326      | 05 962 | 06 598  | 07 234  | 07 870  | 08 505  | 09 141  |
| 50   | 2.66 83 057 | 83 677 | 84 298 | 84 918 | 85 538  | 86 159  | 86 779  | 50   | 2.69 09 141 | 09 777 | 10 413  | 11 049  | 11 686  | 12 322  | 12 958  |
| 51   | 86 779      | 87 400 | 88 020 | 88 641 | 89 261  | 89 882  | 90 502  | 51   | 12 958      | 13 594 | 14 230  | 14 867  | 15 503  | 16 140  | 16 776  |
| 52   | 90 502      | 91 123 | 91 744 | 92 365 | 92 986  | 93 606  | 94 227  | 52   | 16 776      | 17 413 | 18 050  | 18 686  | 19 323  | 19 959  | 20 596  |
| 53   | 94 227      | 94 848 | 95 469 | 96 090 | 96 712  | 97 333  | 97 954  | 53   | 20 596      | 21 233 | 21 870  | 22 506  | 23 143  | 23 780  | 24 417  |
| 54   | 97 954      | 98 575 | 99 196 | 99 818 | 100 439 | 101 060 | 101 682 | 54   | 24 417      | 25 054 | 25 692  | 26 329  | 26 966  | 27 603  | 28 240  |
| 55   | 2.67 01 682 | 02 303 | 02 925 | 03 547 | 04 168  | 04 790  | 05 411  | 55   | 2.69 28 240 | 28 878 | 29 515  | 30 153  | 30 790  | 31 428  | 32 065  |
| 56   | 05 411      | 06 033 | 06 655 | 07 277 | 07 899  | 08 521  | 09 143  | 56   | 32 065      | 32 703 | 33 340  | 33 978  | 34 616  | 35 254  | 35 891  |
| 57   | 09 143      | 09 765 | 10 387 | 11 009 | 11 631  | 12 253  | 12 875  | 57   | 35 891      | 36 529 | 37 167  | 37 805  | 38 443  | 39 081  | 39 719  |
| 58   | 12 875      | 13 498 | 14 120 | 14 742 | 15 365  | 15 987  | 16 610  | 58   | 39 719      | 40 357 | 40 996  | 41 634  | 42 272  | 42 910  | 43 549  |
| 59   | 16 610      | 17 232 | 17 855 | 18 477 | 19 100  | 19 723  | 20 345  | 59   | 43 549      | 44 187 | 44 826  | 45 464  | 46 103  | 46 741  | 47 380  |

|   | 607   | 608   | 609   | 611   | 612   | 614   | 615   | 616   | 618   | 619   | 621   | 622   | 623   | 624   | 626   | 627   | 628   | 629   | 631   | 632   | 634   | 635   | 636   | 638   | 639   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 60.7  | 60.8  | 60.9  | 61.1  | 61.2  | 61.4  | 61.5  | 61.6  | 61.8  | 61.9  | 62.1  | 62.2  | 62.3  | 62.4  | 62.6  | 62.7  | 62.8  | 62.9  | 63.1  | 63.2  | 63.4  | 63.5  | 63.6  | 63.8  | 63.9  | 1 |
| 2 | 121.4 | 121.6 | 121.8 | 122.2 | 122.4 | 122.8 | 123.0 | 123.2 | 123.6 | 123.8 | 124.2 | 124.4 | 124.6 | 124.8 | 125.2 | 125.4 | 125.6 | 125.8 | 126.2 | 126.4 | 126.8 | 127.0 | 127.2 | 127.6 | 127.8 | 2 |
| 3 | 182.1 | 182.4 | 182.7 | 183.3 | 183.6 | 184.2 | 184.5 | 184.8 | 185.4 | 185.7 | 186.3 | 186.6 | 186.9 | 187.2 | 187.8 | 188.1 | 188.4 | 188.7 | 189.3 | 189.6 | 190.2 | 190.5 | 190.8 | 191.4 | 191.7 | 3 |
| 4 | 242.8 | 243.2 | 243.6 | 244.4 | 244.8 | 245.6 | 246.0 | 246.4 | 247.2 | 247.6 | 248.4 | 248.8 | 249.2 | 249.6 | 250.4 | 250.8 | 251.2 | 251.6 | 252.4 | 252.8 | 253.6 | 254.0 | 254.4 | 255.2 | 255.6 | 4 |
| 5 | 303.3 | 304.0 | 304.5 | 305.5 | 306.0 | 307.0 | 307.5 | 308.0 | 309.0 | 309.5 | 310.5 | 311.0 | 311.5 | 312.0 | 313.0 | 313.5 | 314.0 | 314.5 | 315.5 | 316.0 | 317.0 | 317.5 | 318.0 | 319.0 | 319.5 | 5 |
| 6 | 364.2 | 364.8 | 365.4 | 366.5 | 367.2 | 368.4 | 369.0 | 369.6 | 370.8 | 371.4 | 372.6 | 373.2 | 373.8 | 374.4 | 375.6 | 376.2 | 376.8 | 377.4 | 378.6 | 379.2 | 380.4 | 381.0 | 381.6 | 382.8 | 383.4 | 6 |
| 7 | 424.0 | 425.6 | 426.3 | 427.7 | 428.4 | 429.8 | 430.5 | 431.2 | 432.6 | 433.3 | 434.7 | 435.4 | 436.1 | 436.8 | 438.2 | 438.9 | 439.6 | 440.3 | 441.7 | 442.4 | 443.8 | 444.5 | 445.2 | 446.6 | 447.3 | 7 |
| 8 | 485.6 | 486.4 | 487.2 | 488.8 | 489.6 | 491.2 | 492.0 | 492.8 | 494.4 | 495.7 | 496.8 | 497.6 | 498.4 | 500.2 | 500.8 | 501.6 | 502.4 | 503.2 | 504.8 | 505.6 | 507.2 | 508.0 | 508.8 | 510.4 | 511.2 | 8 |
| 9 | 546.3 | 547.2 | 548.1 | 549.8 | 550.6 | 552.6 | 553.5 | 554.4 | 556.2 | 557.1 | 558.9 | 559.8 | 560.7 | 561.6 | 563.4 | 564.3 | 565.2 | 566.1 | 567.9 | 568.8 | 570.7 | 571.5 | 572.4 | 573.4 | 575.1 | 9 |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        |      |             |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 132°   |             |        |        |        |        |        |        | 133° |             |        |        |        |        |        |        |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0      | 2.69 47 380 | 48 019 | 48 657 | 49 296 | 49 935 | 50 574 | 51 213 | 0    | 2.71 80 270 | 80 925 | 81 581 | 82 236 | 82 891 | 83 547 | 84 203 |
| 1      | 51 213      | 51 852 | 52 491 | 53 130 | 53 769 | 54 408 | 55 047 | 1    | 84 203      | 84 858 | 85 514 | 86 169 | 86 825 | 87 481 | 88 137 |
| 2      | 55 047      | 55 686 | 56 326 | 56 965 | 57 604 | 58 244 | 58 883 | 2    | 88 137      | 88 793 | 89 449 | 90 105 | 90 761 | 91 417 | 92 073 |
| 3      | 58 883      | 59 523 | 60 162 | 60 802 | 61 442 | 62 081 | 62 721 | 3    | 92 073      | 92 729 | 93 385 | 94 042 | 94 698 | 95 354 | 96 011 |
| 4      | 62 721      | 63 361 | 64 001 | 64 640 | 65 280 | 65 920 | 66 560 | 4    | 96 011      | 96 667 | 97 324 | 97 980 | 98 637 | 99 293 | 99 950 |
| 5      | 2.69 66 560 | 67 200 | 67 840 | 68 481 | 69 121 | 69 761 | 70 401 | 5    | 2.71 99 950 | 80 607 | 81 264 | 81 920 | 82 577 | 83 234 | 83 891 |
| 6      | 70 401      | 71 042 | 71 682 | 72 322 | 72 963 | 73 603 | 74 244 | 6    | 2.72 03 891 | 04 548 | 05 205 | 05 862 | 06 520 | 07 177 | 07 834 |
| 7      | 74 244      | 74 884 | 75 525 | 76 166 | 76 806 | 77 447 | 78 088 | 7    | 07 834      | 08 491 | 09 149 | 09 806 | 10 464 | 11 121 | 11 779 |
| 8      | 78 088      | 78 729 | 79 370 | 80 011 | 80 652 | 81 293 | 81 934 | 8    | 11 779      | 12 436 | 13 094 | 13 752 | 14 409 | 15 067 | 15 725 |
| 9      | 81 934      | 82 575 | 83 216 | 83 857 | 84 499 | 85 140 | 85 781 | 9    | 15 725      | 16 383 | 17 041 | 17 699 | 18 357 | 19 015 | 19 673 |
| 10     | 2.69 85 781 | 86 423 | 87 064 | 87 706 | 88 347 | 88 989 | 89 630 | 10   | 2.72 19 673 | 20 331 | 20 989 | 21 648 | 22 306 | 22 964 | 23 623 |
| 11     | 89 630      | 90 272 | 90 914 | 91 556 | 92 197 | 92 839 | 93 481 | 11   | 23 623      | 24 281 | 24 940 | 25 598 | 26 257 | 26 915 | 27 574 |
| 12     | 93 481      | 94 123 | 94 765 | 95 407 | 96 049 | 96 691 | 97 334 | 12   | 27 574      | 28 233 | 28 892 | 29 550 | 30 209 | 30 868 | 31 527 |
| 13     | 97 334      | 97 976 | 98 618 | 99 260 | 99 903 | 00 545 | 01 188 | 13   | 31 527      | 32 186 | 32 845 | 33 504 | 34 164 | 34 823 | 35 482 |
| 14     | 2.70 01 188 | 01 830 | 02 473 | 03 115 | 03 758 | 04 401 | 05 043 | 14   | 35 482      | 36 141 | 36 801 | 37 460 | 38 120 | 38 779 | 39 439 |
| 15     | 2.70 05 043 | 05 686 | 06 329 | 06 972 | 07 615 | 08 258 | 08 901 | 15   | 2.72 39 439 | 40 098 | 40 758 | 41 418 | 42 077 | 42 737 | 43 397 |
| 16     | 08 901      | 09 544 | 10 187 | 10 830 | 11 473 | 12 116 | 12 760 | 16   | 43 397      | 44 057 | 44 717 | 45 377 | 46 037 | 46 697 | 47 357 |
| 17     | 12 760      | 13 403 | 14 046 | 14 690 | 15 333 | 15 977 | 16 620 | 17   | 47 357      | 48 017 | 48 677 | 49 338 | 49 998 | 50 658 | 51 319 |
| 18     | 16 620      | 17 264 | 17 907 | 18 551 | 19 195 | 19 839 | 20 482 | 18   | 51 319      | 51 979 | 52 640 | 53 300 | 53 961 | 54 621 | 55 282 |
| 19     | 20 482      | 21 126 | 21 770 | 22 414 | 23 058 | 23 702 | 24 346 | 19   | 55 282      | 55 943 | 56 604 | 57 265 | 57 925 | 58 586 | 59 247 |
| 20     | 2.70 24 346 | 24 991 | 25 635 | 26 279 | 26 923 | 27 568 | 28 212 | 20   | 2.72 59 247 | 59 908 | 60 569 | 61 231 | 61 892 | 62 553 | 63 214 |
| 21     | 28 212      | 28 856 | 29 501 | 30 145 | 30 790 | 31 435 | 32 079 | 21   | 63 214      | 63 876 | 64 537 | 65 198 | 65 860 | 66 521 | 67 183 |
| 22     | 32 079      | 32 724 | 33 369 | 34 013 | 34 658 | 35 303 | 35 948 | 22   | 67 183      | 67 844 | 68 506 | 69 168 | 69 830 | 70 491 | 71 153 |
| 23     | 35 948      | 36 593 | 37 238 | 37 883 | 38 528 | 39 173 | 39 819 | 23   | 71 153      | 71 815 | 72 477 | 73 139 | 73 801 | 74 463 | 75 125 |
| 24     | 39 819      | 40 464 | 41 109 | 41 754 | 42 400 | 43 045 | 43 691 | 24   | 75 125      | 75 788 | 76 450 | 77 112 | 77 774 | 78 437 | 79 099 |
| 25     | 2.70 43 691 | 44 336 | 44 982 | 45 627 | 46 273 | 46 919 | 47 565 | 25   | 2.72 79 099 | 79 762 | 80 424 | 81 087 | 81 749 | 82 412 | 83 075 |
| 26     | 47 565      | 48 210 | 48 856 | 49 502 | 50 148 | 50 794 | 51 440 | 26   | 83 075      | 83 738 | 84 400 | 85 063 | 85 726 | 86 389 | 87 052 |
| 27     | 51 440      | 52 086 | 52 732 | 53 378 | 54 025 | 54 671 | 55 317 | 27   | 87 052      | 87 715 | 88 378 | 89 041 | 89 705 | 90 368 | 91 031 |
| 28     | 55 317      | 55 964 | 56 610 | 57 256 | 57 903 | 58 549 | 59 196 | 28   | 91 031      | 91 694 | 92 358 | 93 021 | 93 685 | 94 348 | 95 012 |
| 29     | 59 196      | 59 843 | 60 489 | 61 136 | 61 783 | 62 430 | 63 077 | 29   | 95 012      | 95 676 | 96 340 | 97 003 | 97 667 | 98 331 | 98 994 |
| 30     | 2.70 63 077 | 63 723 | 64 370 | 65 017 | 65 664 | 66 312 | 66 959 | 30   | 2.72 98 994 | 99 658 | 00 322 | 00 986 | 01 650 | 02 315 | 02 979 |
| 31     | 66 959      | 67 606 | 68 253 | 68 900 | 69 548 | 70 195 | 70 842 | 31   | 2.73 02 979 | 03 643 | 04 307 | 04 971 | 05 636 | 06 300 | 06 965 |
| 32     | 70 842      | 71 490 | 72 137 | 72 785 | 73 433 | 74 080 | 74 728 | 32   | 06 965      | 07 629 | 08 294 | 08 958 | 09 623 | 10 288 | 10 952 |
| 33     | 74 728      | 75 376 | 76 023 | 76 671 | 77 319 | 77 967 | 78 615 | 33   | 10 952      | 11 617 | 12 282 | 12 947 | 13 612 | 14 277 | 14 942 |
| 34     | 78 615      | 79 263 | 79 911 | 80 559 | 81 207 | 81 856 | 82 504 | 34   | 14 942      | 15 607 | 16 272 | 16 937 | 17 603 | 18 268 | 18 933 |
| 35     | 2.70 82 504 | 83 152 | 83 801 | 84 449 | 85 097 | 85 746 | 86 394 | 35   | 2.73 18 933 | 19 599 | 20 264 | 20 929 | 21 595 | 22 261 | 22 926 |
| 36     | 86 394      | 87 043 | 87 692 | 88 340 | 88 989 | 89 638 | 90 287 | 36   | 22 926      | 23 592 | 24 258 | 24 923 | 25 589 | 26 255 | 26 921 |
| 37     | 90 287      | 90 935 | 91 584 | 92 233 | 92 882 | 93 531 | 94 180 | 37   | 26 921      | 27 587 | 28 253 | 28 919 | 29 585 | 30 251 | 30 917 |
| 38     | 94 180      | 94 829 | 95 479 | 96 128 | 96 777 | 97 426 | 98 076 | 38   | 30 917      | 31 584 | 32 250 | 32 916 | 33 583 | 34 249 | 34 916 |
| 39     | 98 076      | 98 725 | 99 375 | 00 024 | 00 674 | 01 323 | 01 973 | 39   | 34 916      | 35 582 | 36 249 | 36 915 | 37 582 | 38 249 | 38 916 |
| 40     | 2.71 01 973 | 02 623 | 03 272 | 03 922 | 04 572 | 05 222 | 05 872 | 40   | 2.73 38 916 | 39 582 | 40 249 | 40 916 | 41 583 | 42 250 | 42 917 |
| 41     | 05 872      | 06 522 | 07 172 | 07 822 | 08 472 | 09 122 | 09 772 | 41   | 42 917      | 43 584 | 44 252 | 44 919 | 45 586 | 46 253 | 46 921 |
| 42     | 09 772      | 10 423 | 11 073 | 11 723 | 12 374 | 13 024 | 13 675 | 42   | 46 921      | 47 588 | 48 256 | 48 923 | 49 591 | 50 258 | 50 926 |
| 43     | 13 675      | 14 325 | 14 976 | 15 626 | 16 277 | 16 928 | 17 578 | 43   | 50 926      | 51 594 | 52 262 | 52 929 | 53 597 | 54 265 | 54 933 |
| 44     | 17 578      | 18 229 | 18 880 | 19 531 | 20 182 | 20 833 | 21 484 | 44   | 54 933      | 55 601 | 56 269 | 56 937 | 57 605 | 58 274 | 58 942 |
| 45     | 2.71 21 484 | 22 135 | 22 786 | 23 437 | 24 089 | 24 740 | 25 391 | 45   | 2.73 58 942 | 59 610 | 60 279 | 60 947 | 61 615 | 62 284 | 62 952 |
| 46     | 25 391      | 26 043 | 26 694 | 27 346 | 27 997 | 28 649 | 29 300 | 46   | 62 952      | 63 621 | 64 290 | 64 958 | 65 627 | 66 296 | 66 965 |
| 47     | 29 300      | 29 952 | 30 604 | 31 255 | 31 907 | 32 559 | 33 211 | 47   | 66 965      | 67 634 | 68 302 | 68 971 | 69 641 | 70 310 | 70 979 |
| 48     | 33 211      | 33 863 | 34 515 | 35 167 | 35 819 | 36 471 | 37 123 | 48   | 70 979      | 71 648 | 72 317 | 72 986 | 73 656 | 74 325 | 74 995 |
| 49     | 37 123      | 37 775 | 38 428 | 39 080 | 39 732 | 40 385 | 41 037 | 49   | 74 995      | 75 664 | 76 334 | 77 003 | 77 673 | 78 342 | 79 012 |
| 50     | 2.71 41 037 | 41 690 | 42 342 | 42 995 | 43 647 | 44 300 | 44 953 | 50   | 2.73 79 012 | 79 682 | 80 352 | 81 022 | 81 691 | 82 361 | 83 031 |
| 51     | 44 953      | 45 605 | 46 258 | 46 911 | 47 564 | 48 217 | 48 870 | 51   | 83 031      | 83 702 | 84 372 | 85 042 | 85 712 | 86 382 | 87 053 |
| 52     | 48 870      | 49 523 | 50 176 | 50 829 | 51 483 | 52 136 | 52 789 | 52   | 87 053      | 87 723 | 88 393 | 89 064 | 89 734 | 90 405 | 91 075 |
| 53     | 52 789      | 53 442 | 54 096 | 54 749 | 55 403 | 56 056 | 56 710 | 53   | 91 075      | 91 746 | 92 417 | 93 088 | 93 758 | 94 429 | 95 100 |
| 54     | 56 710      | 57 363 | 58 017 | 58 671 | 59 325 | 59 978 | 60 632 | 54   | 95 100      | 95 771 | 96 442 | 97 113 | 97 784 | 98 455 | 99 127 |
| 55     | 2.71 60 632 | 61 286 | 61 940 | 62 594 | 63 248 | 63 902 | 64 556 | 55   | 2.73 99 127 | 99 798 | 00 469 | 01 140 | 01 812 | 02 483 | 03 155 |
| 56     | 64 556      | 65 211 | 65 865 | 66 519 | 67 173 | 67 828 | 68 482 | 56   | 2.74 03 155 | 03 826 | 04 498 | 05 170 | 05 841 | 06 513 | 07 185 |
| 57     | 68 482      | 69 137 | 69 791 | 70 446 | 71 100 | 71 755 | 72 410 | 57   | 07 185      | 07 857 | 08 528 | 09 200 | 09 872 | 10 544 | 11 217 |
| 58     | 72 410      | 73 065 | 73 719 | 74 374 | 75 029 | 75 684 | 76 339 | 58   | 11 217      | 11 889 | 12 561 | 13 233 | 13 905 | 14 578 | 15 250 |
| 59     | 76 339      | 76 994 | 77 649 | 78 304 | 78 959 | 79 615 | 80 270 | 59   | 15 250      | 15 922 | 16 595 | 17 267 | 17 940 | 18 613 | 19 285 |

|    | 638    | 639    | 641    | 642    | 643    | 645    | 646    | 648    | 649    | 651    | 652    | 654    | 655    | 657    | 658    | 659    | 661    | 663    | 664    | 666    | 667    | 669    | 671    | 672    | 673    |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1  | 63.8   | 64.1   | 64.1   | 64.2   | 64.3   | 64.5   | 64.6   | 64.8   | 64.9   | 65.1   | 65.2   | 65.4   | 65.5   | 65.7   | 65.8   | 65.9   | 66.1   | 66.3   | 66.4   | 66.6   | 66.7   | 66.9   | 67.1   | 67.2   | 67.3   |
| 2  | 127.6  | 127.8  | 128.2  | 128.4  | 128.6  | 129.0  | 129.2  | 129.6  | 129.8  | 130.2  | 130.4  | 130.8  | 131.0  | 131.4  | 131.6  | 131.8  | 132.2  | 132.6  | 132.8  | 133.2  | 133.4  | 133.8  | 134.2  | 134.4  | 134.6  |
| 3  | 161.4  | 161.7  | 162.3  | 162.6  | 163.0  | 163.4  | 163.8  | 164.2  | 164.6  | 165.0  | 165.4  | 165.8  | 166.2  | 166.6  | 167.0  | 167.4  | 167.7  | 168.3  | 168.6  | 169.2  | 169.8  | 170.2  | 170.6  | 171.0  | 171.4  |
| 4  | 195.2  | 195.6  | 196.0  | 196.4  | 196.8  | 197.2  | 197.6  | 198.0  | 198.4  | 198.8  | 199.2  | 199.6  | 200.0  | 200.4  | 200.8  | 201.2  | 201.6  | 202.2  | 202.6  | 203.2  | 203.8  | 204.4  | 204.8  | 205.2  | 205.6  |
| 5  | 229.0  | 229.4  | 229.8  | 230.2  | 230.6  | 231.0  | 231.4  | 231.8  | 232.2  | 232.6  | 233.0  | 233.4  | 233.8  | 234.2  | 234.6  | 235.0  | 235.4  | 235.8  | 236.2  | 236.6  | 237.0  | 237.4  | 237.8  | 238.2  | 238.6  |
| 6  | 262.8  | 263.2  | 263.6  | 264.0  | 264.4  | 264.8  | 265.2  | 265.6  | 266.0  | 266.4  | 266.8  | 267.2  | 267.6  | 268.0  | 268.4  | 268.8  | 269.2  | 269.6  | 270.0  | 270.4  | 270.8  | 271.2  | 271.6  | 272.0  | 272.4  |
| 7  | 296.6  | 297.0  | 297.4  | 297.8  | 298.2  | 298.6  | 299.0  | 299.4  | 299.8  | 300.2  | 300.6  | 301.0  | 301.4  | 301.8  | 302.2  | 302.6  | 303.0  | 303.4  | 303.8  | 304.2  | 304.6  | 305.0  | 305.4  | 305.8  | 306.2  |
| 8  | 330.4  | 330.8  | 331.2  | 331.6  | 332.0  | 332.4  | 332.8  | 333.2  | 333.6  | 334.0  | 334.4  | 334.8  | 335.2  | 335.6  | 336.0  | 336.4  | 336.8  | 337.2  | 337.6  | 338.0  | 338.4  | 338.8  | 339.2  | 339.6  | 340.0  |
| 9  | 364.2  | 364.6  | 365.0  | 365.4  | 365.8  | 366.2  | 366.6  | 367.0  | 367.4  | 367.8  | 368.2  | 368.6  | 369.0  | 369.4  | 369.8  | 370.2  | 370.6  | 371.0  | 371.4  | 371.8  | 372.2  | 372.6  | 373.0  | 373.4  | 373.8  |
| 10 | 398.0  | 398.4  | 398.8  | 399.2  | 399.6  | 400.0  | 400.4  | 400.8  | 401.2  | 401.6  | 402.0  | 402.4  | 402.8  | 403.2  | 403.6  | 404.0  | 404.4  | 404.8  | 405.2  | 405.6  | 406.0  | 406.4  | 406.8  | 407.2  | 407.6  |
| 11 | 431.8  | 432.2  | 432.6  | 433.0  | 433.4  | 433.8  | 434.2  | 434.6  | 435.0  | 435.4  | 435.8  | 436.2  | 436.6  | 437.0  | 437.4  | 437.8  | 438.2  | 438.6  | 439.0  | 439.4  | 439.8  | 440.2  | 440.6  | 441.0  | 441.4  |
| 12 | 465.6  | 466.0  | 466.4  | 466.8  | 467.2  | 467.6  | 468.0  | 468.4  | 468.8  | 469.2  | 469.6  | 470.0  | 470.4  | 470.8  | 471.2  | 471.6  | 472.0  | 472.4  | 472.8  | 473.2  | 473.6  | 474.0  | 474.4  | 474.8  | 475.2  |
| 13 | 499.4  | 500.0  | 500.6  | 501.2  | 501.8  | 502.4  | 503.0  | 503.6  | 504.2  | 504.8  | 505.4  | 506.0  | 506.6  | 507.2  | 507.8  | 508.4  | 509.0  | 509.6  | 510.2  | 510.8  | 511.4  | 512.0  | 512.6  | 513.2  | 513.8  |
| 14 | 533.2  | 533.8  | 534.4  | 535.0  | 535.6  | 536.2  | 536.8  | 537.4  | 538.0  | 538.6  | 539.2  | 539.8  | 540.4  | 541.0  | 541.6  | 542.2  | 542.8  | 543.4  | 544.0  | 544.6  | 545.2  | 545.8  | 546.4  | 547.0  | 547.6  |
| 15 | 567.0  | 567.6  | 568.2  | 568.8  | 569.4  | 570.0  | 570.6  | 571.2  | 571.8  | 572.4  | 573.0  | 573.6  | 574.2  | 574.8  | 575.4  | 576.0  | 576.6  | 577.2  | 577.8  | 578.4  | 579.0  | 579.6  | 580.2  | 580.8  | 581.4  |
| 16 | 600.8  | 601.4  | 602.0  | 602.6  | 603.2  | 603.8  | 604.4  | 605.0  | 605.6  | 606.2  | 606.8  | 607.4  | 608.0  | 608.6  | 609.2  | 609.8  | 610.4  | 611.0  | 611.6  | 612.2  | 612.8  | 613.4  | 614.0  | 614.6  | 615.2  |
| 17 | 634.6  | 635.2  | 635.8  | 636.4  | 637.0  | 637.6  | 638.2  | 638.8  | 639.4  | 640.0  | 640.6  | 641.2  | 641.8  | 642.4  | 643.0  | 643.6  | 644.2  | 644.8  | 645.4  | 646.0  | 646.6  | 647.2  | 647.8  | 648.4  | 649.0  |
| 18 | 668.4  | 669.0  | 669.6  | 670.2  | 670.8  | 671.4  | 672.0  | 672.6  | 673.2  | 673.8  | 674.4  | 675.0  | 675.6  | 676.2  | 676.8  | 677.4  | 678.0  | 678.6  | 679.2  | 679.8  | 680.4  | 681.0  | 681.6  | 682.2  | 682.8  |
| 19 | 702.2  | 702.8  | 703.4  | 704.0  | 704.6  | 705.2  | 705.8  | 706.4  | 707.0  | 707.6  | 708.2  | 708.8  | 709.4  | 710.0  | 710.6  | 711.2  | 711.8  | 712.4  | 713.0  | 713.6  | 714.2  | 714.8  | 715.4  | 716.0  | 716.6  |
| 20 | 736.0  | 736.6  | 737.2  | 737.8  | 738.4  | 739.0  | 739.6  | 740.2  | 740.8  | 741.4  | 742.0  | 742.6  | 743.2  | 743.8  | 744.4  | 745.0  | 745.6  | 746.2  | 746.8  | 747.4  | 748.0  | 748.6  | 749.2  | 749.8  | 750.4  |
| 21 | 769.8  | 770.4  | 771.0  | 771.6  | 772.2  | 772.8  | 773.4  | 774.0  | 774.6  | 775.2  | 775.8  | 776.4  | 777.0  | 777.6  | 778.2  | 778.8  | 779.4  | 780.0  | 780.6  | 781.2  | 781.8  | 782.4  | 783.0  | 783.6  | 784.2  |
| 22 | 803.6  | 804.2  | 804.8  | 805.4  | 806.0  | 806.6  | 807.2  | 807.8  | 808.4  | 809.0  | 809.6  | 810.2  | 810.8  | 811.4  | 812.0  | 812.6  | 813.2  | 813.8  | 814.4  | 815.0  | 815.6  | 816.2  | 816.8  | 817.4  | 818.0  |
| 23 | 837.4  | 838.0  | 838.6  | 839.2  | 839.8  | 840.4  | 841.0  | 841.6  | 842.2  | 842.8  | 843.4  | 844.0  | 844.6  | 845.2  | 845.8  | 846.4  | 847.0  | 847.6  | 848.2  | 848.8  | 849.4  | 850.0  | 850.6  | 851.2  | 851.8  |
| 24 | 871.2  | 871.8  | 872.4  | 873.0  | 873.6  | 874.2  | 874.8  | 875.4  | 876.0  | 876.6  | 877.2  | 877.8  | 878.4  | 879.0  | 879.6  | 880.2  | 880.8  | 881.4  | 882.0  | 882.6  | 883.2  | 883.8  | 884.4  | 885.0  | 885.6  |
| 25 | 905.0  | 905.6  | 906.2  | 906.8  | 907.4  | 908.0  | 908.6  | 909.2  | 909.8  | 910.4  | 911.0  | 911.6  | 912.2  | 912.8  | 913.4  | 914.0  | 914.6  | 915.2  | 915.8  | 916.4  | 917.0  | 917.6  | 918.2  | 918.8  | 919.4  |
| 26 | 938.8  | 939.4  | 940.0  | 940.6  | 941.2  | 941.8  | 942.4  | 943.0  | 943.6  | 944.2  | 944.8  | 945.4  | 946.0  | 946.6  | 947.2  | 947.8  | 948.4  | 949.0  | 949.6  | 950.2  | 950.8  | 951.4  | 952.0  | 952.6  | 953.2  |
| 27 | 972.6  | 973.2  | 973.8  | 974.4  | 975.0  | 975.6  | 976.2  | 976.8  | 977.4  | 978.0  | 978.6  | 979.2  | 979.8  | 980.4  | 981.0  | 981.6  | 982.2  | 982.8  | 983.4  | 984.0  | 984.6  | 985.2  | 985.8  | 986.4  | 987.0  |
| 28 | 1006.4 | 1007.0 | 1007.6 | 1008.2 | 1008.8 | 1009.4 | 1010.0 | 1010.6 | 1011.2 | 1011.8 | 1012.4 | 1013.0 | 1013.6 | 1014.2 | 1014.8 | 1015.4 | 1016.0 | 1016.6 | 1017.2 | 1017.8 | 1018.4 | 1019.0 | 1019.6 | 1020.2 | 1020.8 |
| 29 | 1040.2 | 1040.8 | 1041.4 | 1042.0 | 1042.6 | 1043.2 | 1043.8 | 1044.4 | 1045.0 | 1045.6 | 1046.2 | 1046.8 | 1047.4 | 1048.0 | 1048.6 | 1049.2 | 1049.8 | 1050.4 | 1051.0 | 1051.6 | 1052.2 | 1052.8 | 1053.4 | 1054.0 | 1054.6 |
| 30 | 1074.0 | 1074.6 | 1075.2 | 1075.8 | 1076.4 | 1077.0 | 1077.6 | 1078.2 | 1078.8 | 1079.4 | 1080.0 | 1080.6 | 1081.2 | 1081.8 | 1082.4 | 1083.0 | 1083.6 | 1084.2 | 1084.8 | 1085.4 | 1086.0 | 1086.6 | 1087.2 | 1087.8 | 1088.4 |
| 31 | 1107.8 | 1108.4 | 1109.0 | 1109.6 | 1110.2 | 1110.8 | 1111.4 | 1112.0 | 1112.6 | 1113.2 | 1113.8 | 1114.4 | 1115.0 | 1115.6 | 1116.2 | 1116.8 | 1117.4 | 1118.0 | 1118.6 | 1119.2 | 1119.8 | 1120.4 | 1121.0 | 1121.6 | 1122.2 |
| 32 | 1141.6 | 1142.2 | 1142.8 | 1143.4 | 1144.0 | 1144.6 | 1145.2 | 1145.8 | 1146.4 | 1147.0 | 1147.6 | 1148.2 | 1148.8 | 1149.4 | 1150.0 | 1150.6 | 1151.2 | 1151.8 | 1152.4 | 1153.0 | 1153.6 | 1154.2 | 1154.8 | 1155.4 | 1156.0 |
| 33 | 1175.4 | 1176.0 | 1176.6 | 1177.2 | 1177.8 | 1178.4 | 1179.0 | 1179.6 | 1180.2 | 1180.8 | 1181.4 | 1182.0 | 1182.6 | 1183.2 | 1183.8 | 1184.4 | 1185.0 | 1185.6 | 1186.2 | 1186.8 | 1187.4 | 1188.0 | 1188.6 | 1189.2 | 1189.8 |
| 34 | 1209.2 | 1209.8 | 1210.4 | 1211.0 | 1211.6 | 1212.2 | 1212.8 | 1213.4 | 1214.0 | 1214.6 | 1215.2 | 1215.8 | 1216.4 | 1217.0 | 1217.6 | 1218.2 | 1218.8 | 1219.4 | 1220.0 | 1220.6 | 1221.2 | 1221.8 | 1222.4 | 1223.0 | 1223.6 |
| 35 | 1243.0 | 1243.6 | 1244.2 | 1244.8 | 1245.4 | 1246.0 | 1246.6 | 1247.2 | 1247.8 | 1248.4 | 1249.0 | 1249.6 | 1250.2 | 1250.8 | 1251.4 | 1252.0 | 1252.6 | 1253.2 | 1253.8 | 1254.4 | 1255.0 | 1255.6 | 1256.2 | 1256.8 | 1257.4 |
| 36 | 1276.8 | 1277.4 | 1278.0 | 1278.6 | 1279.2 | 1279.8 | 1280.4 | 1281.0 | 1281.6 | 1282.2 | 1282.8 | 1283.4 | 1284.0 | 1284.6 | 1285.2 | 1285.8 | 1286.4 | 1287.0 | 1287.6 | 1288.2 | 1288.8 | 1289.4 | 1290.0 | 1290.6 | 1291.2 |
| 37 | 1310.6 | 1311.2 | 1311.8 | 1312.4 | 1313.0 | 1313.6 | 1314.2 | 1314.8 | 1315.4 | 1316.0 | 1316.6 | 1317.2 | 1317.8 | 1318.4 | 1319.0 | 1319.6 | 1320.2 | 1320.8 | 1321.4 | 1322.0 | 1322.6 | 1323.2 | 1323.8 | 1324.4 | 1325.0 |
| 38 | 1344.4 | 1345.0 | 1345.6 | 1346.2 | 1346.8 | 1347.4 | 1348.0 | 1348.6 | 1349.2 | 1349.8 | 1350.4 | 1351.0 | 1351.6 | 1352.2 | 1352.8 | 1353.4 | 1354.0 | 1354.6 | 1355.2 | 1355.8 | 1356.4 | 1357.0 | 1357.6 | 1358.2 | 1358.8 |
| 39 | 1378.2 | 1378.8 | 1379.4 | 1380.0 | 1380.6 | 1381.2 | 1381.8 | 1382.4 | 1383.0 | 1383.6 | 1384.2 | 1384.8 | 1385.4 | 1386.0 | 1386.6 | 1387.2 | 1387.8 | 1388.4 | 1389.0 | 1389.6 | 1390.2 | 1390.8 | 1391.4 | 1392.0 | 1392.6 |
| 40 | 1412.0 | 1412.6 | 1413.2 | 1413.8 | 1414.4 | 1415.0 | 1415.6 | 1416.2 | 1416.8 | 1417.4 | 1418.0 | 1418.6 | 1419.2 | 1419.8 | 1420.4 | 1421.0 | 1421.6 | 1422.2 | 1422.8 | 1423.4 | 1424.0 | 1424.6 | 1425.2 | 1425.8 | 1426.4 |
| 41 | 1445.8 | 1446.4 | 1447.0 | 1447.6 | 1448.2 | 1448.8 | 1449.4 | 1450.0 | 1450.6 | 1451.2 | 1451.8 | 1452.4 | 1453.0 | 1453.6 | 1454.2 | 1454.8 | 1455.4 | 1456.0 | 1456.6 | 1457.2 | 1457.8 | 1458.4 | 1459.0 | 1459.6 | 1460.2 |
| 42 | 1479.6 | 1480.2 | 1480.8 | 1481.4 | 1482.0 | 1482.6 | 1483.2 | 1483.8 | 1484.4 | 1485.0 | 1485.6 | 1486.2 | 1486.8 | 1487.4 | 1488.0 | 1488.6 | 1489.2 | 1489.8 | 1490.4 | 1491.0 | 1491.6 | 1492.2 | 1492.8 | 1493.4 | 1494.0 |
| 43 | 1513.4 | 1514.0 | 1514.6 | 1515.2 | 1515.8 | 1516.4 | 1517.0 | 1517.6 | 1518.2 | 1518.8 | 1519.4 | 1520.0 | 1520.6 | 1521.2 | 1521.8 | 1522.4 | 1523.0 | 1523.6 | 1524.2 | 1524.8 | 1525.4 | 1526.0 | 1526.6 | 1527.2 | 1527.8 |
| 44 | 1547.2 | 1547.8 | 1548.4 | 1549.0 | 1549.6 | 1550.2 | 1550.8 | 1551.4 | 1552.0 | 1552.6 | 1553.2 | 1553.8 | 1554.4 | 1555.0 | 1555.6 | 1556.2 | 1556.8 | 1557.4 | 1558.0 | 1558.6 | 1559.2 | 1559.8 | 1560.4 | 1561.0 | 1561.6 |
| 45 | 1581.0 | 1581.6 | 1582.2 | 1582.8 | 1583.4 | 1584.0 | 1584.6 | 1585.2 | 1585.8 | 1586.4 | 1587.0 | 1587.6 | 1588.2 | 1588.8 | 1589.4 | 1590.0 | 1590.6 | 1591.2 | 1591.8 | 1592.4 | 1593.0 | 1593.6 | 1594.2 | 1594.8 | 1595.4 |
| 46 | 16     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |         |         |         |         |      |             |         |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 134°   |             |        |        |         |         |         |         | 135° |             |         |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0'     | 2.74 19 285 | 19 958 | 20 631 | 21 304  | 21 977  | 22 650  | 23 322  | 0'   | 2.76 64 713 | 65 404  | 66 095  | 66 786  | 67 477  | 68 169  | 68 860  |
| 1      | 23 322      | 23 995 | 24 669 | 25 342  | 26 015  | 26 688  | 27 361  | 1    | 68 860      | 69 551  | 70 242  | 70 934  | 71 625  | 72 317  | 73 008  |
| 2      | 27 361      | 28 035 | 28 708 | 29 381  | 30 055  | 30 728  | 31 402  | 2    | 73 008      | 73 700  | 74 391  | 75 083  | 75 775  | 76 467  | 77 158  |
| 3      | 31 402      | 32 076 | 32 749 | 33 423  | 34 097  | 34 771  | 35 444  | 3    | 77 158      | 77 850  | 78 542  | 79 234  | 79 926  | 80 618  | 81 310  |
| 4      | 35 444      | 36 118 | 36 792 | 37 466  | 38 140  | 38 815  | 39 489  | 4    | 81 310      | 82 003  | 82 695  | 83 387  | 84 080  | 84 772  | 85 464  |
| 5      | 2.74 39 489 | 40 163 | 40 837 | 41 511  | 42 186  | 42 860  | 43 535  | 5    | 2.76 85 464 | 86 157  | 86 849  | 87 542  | 88 235  | 88 927  | 89 620  |
| 6      | 43 535      | 44 209 | 44 884 | 45 558  | 46 233  | 46 908  | 47 583  | 6    | 89 620      | 90 313  | 91 006  | 91 699  | 92 392  | 93 085  | 93 778  |
| 7      | 47 583      | 48 257 | 48 932 | 49 607  | 50 282  | 50 957  | 51 632  | 7    | 93 778      | 94 471  | 95 164  | 95 858  | 96 551  | 97 244  | 97 938  |
| 8      | 51 632      | 52 307 | 52 982 | 53 658  | 54 333  | 55 008  | 55 684  | 8    | 97 938      | 98 631  | 99 325  | 100 018 | 100 712 | 101 405 | 102 099 |
| 9      | 55 684      | 56 359 | 57 034 | 57 710  | 58 385  | 59 061  | 59 737  | 9    | 2.77 02 099 | 02 793  | 03 487  | 04 181  | 04 874  | 05 568  | 06 262  |
| 10     | 2.74 59 737 | 60 412 | 61 088 | 61 764  | 62 440  | 63 116  | 63 792  | 10   | 2.77 06 262 | 06 957  | 07 651  | 08 345  | 09 039  | 09 733  | 10 428  |
| 11     | 63 792      | 64 468 | 65 144 | 65 820  | 66 496  | 67 172  | 67 848  | 11   | 10 428      | 11 122  | 11 816  | 12 511  | 13 206  | 13 900  | 14 595  |
| 12     | 67 848      | 68 525 | 69 201 | 69 878  | 70 554  | 71 230  | 71 907  | 12   | 14 595      | 15 289  | 15 984  | 16 679  | 17 374  | 18 069  | 18 764  |
| 13     | 71 907      | 72 584 | 73 260 | 73 937  | 74 614  | 75 291  | 75 967  | 13   | 18 764      | 19 459  | 20 154  | 20 849  | 21 544  | 22 239  | 22 935  |
| 14     | 75 967      | 76 644 | 77 321 | 77 998  | 78 675  | 79 352  | 80 030  | 14   | 22 935      | 23 630  | 24 325  | 25 021  | 25 716  | 26 412  | 27 107  |
| 15     | 2.74 80 030 | 80 707 | 81 384 | 82 061  | 82 739  | 83 416  | 84 094  | 15   | 2.77 27 107 | 27 803  | 28 499  | 29 195  | 29 890  | 30 586  | 31 282  |
| 16     | 84 094      | 84 771 | 85 449 | 86 126  | 86 804  | 87 482  | 88 159  | 16   | 31 282      | 31 978  | 32 674  | 33 370  | 34 066  | 34 762  | 35 459  |
| 17     | 88 159      | 88 837 | 89 515 | 90 193  | 90 871  | 91 549  | 92 227  | 17   | 35 459      | 36 155  | 36 851  | 37 548  | 38 244  | 38 941  | 39 637  |
| 18     | 92 227      | 92 905 | 93 583 | 94 261  | 94 940  | 95 618  | 96 296  | 18   | 39 637      | 40 334  | 41 030  | 41 727  | 42 424  | 43 121  | 43 817  |
| 19     | 96 296      | 96 975 | 97 653 | 98 332  | 99 010  | 99 689  | 100 368 | 19   | 43 817      | 44 514  | 45 211  | 45 908  | 46 605  | 47 302  | 48 000  |
| 20     | 2.75 00 368 | 01 046 | 01 725 | 02 404  | 03 083  | 03 762  | 04 441  | 20   | 2.77 48 000 | 48 697  | 49 394  | 50 091  | 50 789  | 51 486  | 52 184  |
| 21     | 04 441      | 05 120 | 05 799 | 06 478  | 07 157  | 07 836  | 08 515  | 21   | 52 184      | 52 881  | 53 579  | 54 277  | 54 974  | 55 672  | 56 370  |
| 22     | 08 515      | 09 195 | 09 874 | 10 553  | 11 233  | 11 912  | 12 592  | 22   | 56 370      | 57 068  | 57 766  | 58 463  | 59 161  | 59 860  | 60 558  |
| 23     | 12 592      | 13 272 | 13 951 | 14 631  | 15 311  | 15 991  | 16 670  | 23   | 60 558      | 61 256  | 61 954  | 62 652  | 63 351  | 64 049  | 64 747  |
| 24     | 16 670      | 17 350 | 18 030 | 18 710  | 19 390  | 20 070  | 20 751  | 24   | 64 747      | 65 446  | 66 145  | 66 843  | 67 542  | 68 240  | 68 939  |
| 25     | 2.75 20 751 | 21 431 | 22 111 | 22 791  | 23 472  | 24 152  | 24 833  | 25   | 2.77 68 939 | 69 638  | 70 337  | 71 036  | 71 735  | 72 434  | 73 133  |
| 26     | 24 833      | 25 513 | 26 194 | 26 874  | 27 555  | 28 236  | 28 917  | 26   | 73 133      | 73 832  | 74 531  | 75 230  | 75 930  | 76 629  | 77 328  |
| 27     | 28 917      | 29 597 | 30 278 | 30 959  | 31 640  | 32 321  | 33 002  | 27   | 77 328      | 78 028  | 78 727  | 79 427  | 80 126  | 80 826  | 81 526  |
| 28     | 33 002      | 33 683 | 34 365 | 35 046  | 35 727  | 36 408  | 37 090  | 28   | 81 526      | 82 225  | 82 925  | 83 625  | 84 325  | 85 025  | 85 725  |
| 29     | 37 090      | 37 771 | 38 453 | 39 134  | 39 816  | 40 497  | 41 179  | 29   | 85 725      | 86 425  | 87 125  | 87 825  | 88 526  | 89 226  | 89 926  |
| 30     | 2.75 41 179 | 41 861 | 42 543 | 43 225  | 43 906  | 44 588  | 45 270  | 30   | 2.77 89 926 | 90 627  | 91 327  | 92 028  | 92 728  | 93 429  | 94 129  |
| 31     | 45 270      | 45 952 | 46 634 | 47 317  | 47 999  | 48 681  | 49 363  | 31   | 94 129      | 94 830  | 95 531  | 96 232  | 96 933  | 97 634  | 98 335  |
| 32     | 49 363      | 50 046 | 50 728 | 51 410  | 52 093  | 52 776  | 53 458  | 32   | 98 335      | 99 036  | 99 737  | 100 438 | 101 139 | 101 840 | 102 541 |
| 33     | 53 458      | 54 141 | 54 823 | 55 506  | 56 189  | 56 872  | 57 555  | 33   | 2.78 02 541 | 03 243  | 03 944  | 04 646  | 05 347  | 06 049  | 06 750  |
| 34     | 57 555      | 58 238 | 58 921 | 59 604  | 60 287  | 60 970  | 61 653  | 34   | 06 750      | 07 452  | 08 154  | 08 856  | 09 557  | 10 259  | 10 961  |
| 35     | 2.75 61 653 | 62 336 | 63 020 | 63 703  | 64 387  | 65 070  | 65 754  | 35   | 2.78 10 961 | 11 663  | 12 365  | 13 067  | 13 769  | 14 472  | 15 174  |
| 36     | 65 754      | 66 437 | 67 121 | 67 804  | 68 488  | 69 172  | 69 856  | 36   | 15 174      | 15 876  | 16 579  | 17 281  | 17 983  | 18 686  | 19 389  |
| 37     | 69 856      | 70 540 | 71 223 | 71 907  | 72 591  | 73 275  | 73 960  | 37   | 19 389      | 20 091  | 20 794  | 21 497  | 22 199  | 22 902  | 23 605  |
| 38     | 73 960      | 74 644 | 75 328 | 76 012  | 76 697  | 77 381  | 78 065  | 38   | 23 605      | 24 308  | 25 011  | 25 714  | 26 417  | 27 120  | 27 824  |
| 39     | 78 065      | 78 750 | 79 434 | 80 119  | 80 804  | 81 488  | 82 173  | 39   | 27 824      | 28 527  | 29 230  | 29 934  | 30 637  | 31 340  | 32 044  |
| 40     | 2.75 82 173 | 82 858 | 83 543 | 84 228  | 84 912  | 85 597  | 86 283  | 40   | 2.78 32 044 | 32 748  | 33 451  | 34 155  | 34 859  | 35 562  | 36 266  |
| 41     | 86 283      | 86 968 | 87 653 | 88 338  | 89 023  | 89 708  | 90 394  | 41   | 36 266      | 36 970  | 37 674  | 38 378  | 39 082  | 39 786  | 40 491  |
| 42     | 90 394      | 91 079 | 91 765 | 92 450  | 93 136  | 93 821  | 94 507  | 42   | 40 491      | 41 195  | 41 899  | 42 603  | 43 308  | 44 012  | 44 717  |
| 43     | 94 507      | 95 193 | 95 878 | 96 564  | 97 250  | 97 936  | 98 622  | 43   | 44 717      | 45 421  | 46 126  | 46 831  | 47 535  | 48 240  | 48 945  |
| 44     | 98 622      | 99 308 | 99 994 | 100 680 | 101 366 | 102 052 | 102 739 | 44   | 48 945      | 49 650  | 50 355  | 51 060  | 51 765  | 52 470  | 53 175  |
| 45     | 2.76 02 739 | 03 425 | 04 111 | 04 798  | 05 484  | 06 171  | 06 857  | 45   | 2.78 53 175 | 53 880  | 54 585  | 55 291  | 55 996  | 56 701  | 57 407  |
| 46     | 06 857      | 07 544 | 08 231 | 08 917  | 09 604  | 10 291  | 10 978  | 46   | 57 407      | 58 112  | 58 818  | 59 524  | 60 229  | 60 935  | 61 641  |
| 47     | 10 978      | 11 665 | 12 352 | 13 039  | 13 726  | 14 413  | 15 100  | 47   | 61 641      | 62 347  | 63 052  | 63 758  | 64 464  | 65 170  | 65 877  |
| 48     | 15 100      | 15 788 | 16 475 | 17 162  | 17 850  | 18 537  | 19 225  | 48   | 65 877      | 66 583  | 67 289  | 67 995  | 68 701  | 69 408  | 70 114  |
| 49     | 19 225      | 19 912 | 20 600 | 21 287  | 21 975  | 22 663  | 23 351  | 49   | 70 114      | 70 821  | 71 527  | 72 234  | 72 941  | 73 647  | 74 354  |
| 50     | 2.76 23 351 | 24 038 | 24 726 | 25 414  | 26 102  | 26 790  | 27 478  | 50   | 2.78 74 354 | 75 061  | 75 768  | 76 475  | 77 182  | 77 889  | 78 596  |
| 51     | 27 478      | 28 167 | 28 855 | 29 543  | 30 231  | 30 920  | 31 608  | 51   | 78 596      | 79 303  | 80 010  | 80 717  | 81 425  | 82 132  | 82 839  |
| 52     | 31 608      | 32 297 | 32 985 | 33 674  | 34 362  | 35 051  | 35 740  | 52   | 82 839      | 83 547  | 84 254  | 84 962  | 85 669  | 86 377  | 87 085  |
| 53     | 35 740      | 36 429 | 37 117 | 37 806  | 38 495  | 39 184  | 39 873  | 53   | 87 085      | 87 793  | 88 501  | 89 209  | 89 916  | 90 624  | 91 332  |
| 54     | 39 873      | 40 562 | 41 252 | 41 941  | 42 630  | 43 319  | 44 009  | 54   | 91 332      | 92 040  | 92 749  | 93 457  | 94 165  | 94 873  | 95 582  |
| 55     | 2.76 44 009 | 44 698 | 45 388 | 46 077  | 46 767  | 47 456  | 48 146  | 55   | 2.78 95 582 | 96 290  | 96 999  | 97 707  | 98 416  | 99 125  | 99 833  |
| 56     | 48 146      | 48 836 | 49 525 | 50 215  | 50 905  | 51 595  | 52 285  | 56   | 99 833      | 100 542 | 101 251 | 101 960 | 102 669 | 103 378 | 104 087 |
| 57     | 52 285      | 52 975 | 53 665 | 54 355  | 55 045  | 55 736  | 56 426  | 57   | 2.79 04 087 | 04 796  | 05 505  | 06 214  | 06 923  | 07 632  | 08 342  |
| 58     | 56 426      | 57 116 | 57 807 | 58 497  | 59 187  | 59 878  | 60 569  | 58   | 08 342      | 09 051  | 09 761  | 10 470  | 11 180  | 11 889  | 12 599  |
| 59     | 60 569      | 61 259 | 61 950 | 62 641  | 63 331  | 64 022  | 64 713  | 59   | 12 599      | 13 309  | 14 019  | 14 728  | 15 438  | 16 148  | 16 858  |

|   | 672   | 674   | 675   | 677   | 678   | 679   | 681   | 683   | 684   | 686   | 687   | 689   | 691   | 693   | 694   | 696   | 698   | 699   | 701   | 703   | 704   | 706   | 707   | 709   | 710   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 67.2  | 67.4  | 67.5  | 67.7  | 67.8  | 67.9  | 68.1  | 68.3  | 68.4  | 68.6  | 68.7  | 68.9  | 69.1  | 69.3  | 69.4  | 69.6  | 69.8  | 69.9  | 70.1  | 70.3  | 70.4  | 70.6  | 70.7  | 70.9  | 71.0  | 1 |
| 2 | 134.4 | 134.8 | 135.0 | 135.4 | 135.6 | 135.8 | 136.2 | 136.6 | 136.8 | 137.2 | 137.4 | 137.8 | 138.2 | 138.6 | 138.8 | 139.2 | 139.6 | 139.8 | 140.2 | 140.6 | 140.8 | 141.2 | 141.4 | 141.8 | 142.0 | 2 |
| 3 | 201.6 | 202.2 | 202.5 | 203.1 | 203.4 | 203.7 | 204.3 | 204.9 | 205.2 | 205.8 | 206.1 | 206.7 | 207.3 | 207.9 | 208.2 | 208.8 | 209.4 | 209.7 | 210.3 | 210.9 | 211.2 | 211.8 | 212.1 | 212.7 | 213.0 | 3 |
| 4 | 268.8 | 269.6 | 270.0 | 270.8 | 271.2 | 271.6 | 272.4 | 273.2 | 273.6 | 274.4 | 274.8 | 275.6 | 276.4 | 277.2 | 277.6 | 278.4 | 279.2 | 279.6 | 280.4 | 281.2 | 281.6 | 282.4 | 282.8 | 283.6 | 284.0 | 4 |
| 5 | 336.0 | 337.0 | 337.5 | 338.5 | 339.0 | 339.5 | 340.5 | 341.5 | 342.0 | 343.0 | 343.5 | 344.5 | 345.5 | 346.5 | 347.0 | 348.0 | 349.0 | 349.5 | 350.5 | 351.5 | 352.0 | 353.0 | 353.5 | 354.5 | 355.5 | 5 |
| 6 | 403.2 | 404.4 | 405.0 | 406.2 | 406.8 | 407.4 | 408.6 | 409.8 | 410.4 | 411.6 | 412.2 | 413.4 | 414.6 | 415.8 | 416.4 | 417.6 | 418.8 | 419.4 | 420.6 | 421.8 | 422.4 | 423.6 | 424.2 | 425.4 | 426.0 | 6 |
| 7 | 470.4 | 471.8 | 472.5 | 473.9 | 474.6 | 475.3 | 476.7 | 478.1 | 478.8 | 480.2 | 480.9 | 482.3 | 483.7 | 485.1 | 485.8 | 487.2 | 488.6 | 489.3 | 490.7 | 492.1 | 492.8 | 494.2 | 494.9 | 496.3 | 497.0 | 7 |
| 8 | 537.6 | 539.2 | 540.0 | 541.6 | 542.4 | 543.2 | 544.8 | 546.4 | 547.2 | 548.8 | 549.6 | 551.2 | 552.8 | 554.4 | 555.2 | 556.8 | 558.2 | 559.2 | 560.8 | 562.4 | 563.2 | 564.8 | 565.6 | 567.2 | 568.0 | 8 |
| 9 | 604.8 | 606.6 | 607.5 | 609.3 | 610.2 | 611.1 | 612.9 | 614.7 | 615.6 | 617.4 | 618.3 | 620.1 | 621.9 | 623.7 | 624.6 | 626.4 | 628.2 | 629.1 | 630.9 | 632.7 | 633.6 | 635.4 | 636.3 | 638.1 | 639.9 | 9 |



Tafel IV.

| log M. |             |        |        |         |         |         |         |      |             |         |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 136°   |             |        |        |         |         |         |         | 137° |             |         |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 2.79 16 858 | 17 568 | 18 278 | 18 989  | 19 699  | 20 409  | 21 119  | 0    | 2.81 76 045 | 76 775  | 77 505  | 78 235  | 78 965  | 79 696  | 80 426  |
| 1      | 21 119      | 21 830 | 22 540 | 23 251  | 23 961  | 24 672  | 25 382  | 1    | 80 426      | 81 156  | 81 887  | 82 617  | 83 348  | 84 079  | 84 809  |
| 2      | 25 382      | 26 093 | 26 804 | 27 515  | 28 226  | 28 937  | 29 648  | 2    | 84 809      | 85 540  | 86 271  | 87 002  | 87 733  | 88 464  | 89 195  |
| 3      | 29 648      | 30 359 | 31 070 | 31 781  | 32 492  | 33 203  | 33 913  | 3    | 89 195      | 89 926  | 90 657  | 91 388  | 92 119  | 92 851  | 93 582  |
| 4      | 33 913      | 34 626 | 35 337 | 36 048  | 36 760  | 37 472  | 38 184  | 4    | 93 582      | 94 314  | 95 045  | 95 777  | 96 509  | 97 240  | 97 972  |
| 5      | 2.79 38 184 | 38 895 | 39 607 | 40 319  | 41 031  | 41 743  | 42 454  | 5    | 2.81 97 972 | 98 704  | 99 436  | 100 168 | 100 900 | 101 632 | 102 364 |
| 6      | 42 454      | 43 166 | 43 879 | 44 591  | 45 303  | 46 015  | 46 727  | 6    | 2.82 02 364 | 03 096  | 03 828  | 04 560  | 05 293  | 06 025  | 06 757  |
| 7      | 46 727      | 47 440 | 48 152 | 48 865  | 49 577  | 50 290  | 51 002  | 7    | 06 757      | 07 490  | 08 222  | 08 955  | 09 688  | 10 420  | 11 153  |
| 8      | 51 002      | 51 715 | 52 428 | 53 140  | 53 853  | 54 566  | 55 279  | 8    | 11 153      | 11 886  | 12 619  | 13 352  | 14 085  | 14 818  | 15 551  |
| 9      | 55 279      | 55 992 | 56 705 | 57 418  | 58 131  | 58 845  | 59 558  | 9    | 15 551      | 16 284  | 17 017  | 17 751  | 18 484  | 19 217  | 19 951  |
| 10     | 2.79 59 558 | 60 271 | 60 985 | 61 698  | 62 412  | 63 125  | 63 839  | 10   | 2.82 19 951 | 20 684  | 21 418  | 22 152  | 22 885  | 23 619  | 24 353  |
| 11     | 63 839      | 64 552 | 65 266 | 65 980  | 66 694  | 67 408  | 68 121  | 11   | 24 353      | 25 087  | 25 821  | 26 555  | 27 289  | 28 023  | 28 757  |
| 12     | 68 121      | 68 835 | 69 549 | 70 264  | 70 978  | 71 692  | 72 406  | 12   | 28 757      | 29 491  | 30 225  | 30 960  | 31 694  | 32 428  | 33 163  |
| 13     | 72 406      | 73 121 | 73 835 | 74 549  | 75 264  | 75 978  | 76 693  | 13   | 33 163      | 33 898  | 34 632  | 35 367  | 36 102  | 36 836  | 37 571  |
| 14     | 76 693      | 77 408 | 78 122 | 78 837  | 79 552  | 80 267  | 80 982  | 14   | 37 571      | 38 306  | 39 041  | 39 776  | 40 511  | 41 246  | 41 981  |
| 15     | 2.79 80 982 | 81 697 | 82 412 | 83 127  | 83 842  | 84 557  | 85 272  | 15   | 2.82 41 981 | 42 717  | 43 452  | 44 187  | 44 923  | 45 658  | 46 394  |
| 16     | 85 272      | 85 988 | 86 703 | 87 418  | 88 134  | 88 849  | 89 565  | 16   | 46 394      | 47 129  | 47 865  | 48 601  | 49 336  | 50 072  | 50 808  |
| 17     | 89 565      | 90 281 | 90 996 | 91 712  | 92 428  | 93 144  | 93 860  | 17   | 50 808      | 51 544  | 52 280  | 53 016  | 53 752  | 54 488  | 55 225  |
| 18     | 93 860      | 94 575 | 95 291 | 96 008  | 96 724  | 97 440  | 98 156  | 18   | 55 225      | 55 961  | 56 697  | 57 434  | 58 170  | 58 907  | 59 643  |
| 19     | 98 156      | 98 872 | 99 589 | 100 305 | 101 022 | 101 738 | 102 455 | 19   | 59 643      | 60 380  | 61 117  | 61 853  | 62 590  | 63 327  | 64 064  |
| 20     | 2.80 02 455 | 03 171 | 03 888 | 04 605  | 05 322  | 06 038  | 06 755  | 20   | 2.82 64 064 | 64 801  | 65 538  | 66 275  | 67 012  | 67 749  | 68 487  |
| 21     | 06 755      | 07 472 | 08 189 | 08 906  | 09 623  | 10 341  | 11 058  | 21   | 68 487      | 69 224  | 69 961  | 70 699  | 71 436  | 72 174  | 72 911  |
| 22     | 11 058      | 11 775 | 12 492 | 13 210  | 13 927  | 14 645  | 15 362  | 22   | 72 911      | 73 649  | 74 387  | 75 125  | 75 863  | 76 601  | 77 338  |
| 23     | 15 362      | 16 080 | 16 798 | 17 515  | 18 233  | 18 951  | 19 669  | 23   | 77 338      | 78 076  | 78 815  | 79 553  | 80 291  | 81 029  | 81 767  |
| 24     | 19 669      | 20 387 | 21 105 | 21 823  | 22 541  | 23 259  | 23 978  | 24   | 81 767      | 82 506  | 83 244  | 83 983  | 84 721  | 85 460  | 86 199  |
| 25     | 2.80 23 978 | 24 696 | 25 414 | 26 133  | 26 851  | 27 569  | 28 288  | 25   | 2.82 86 199 | 86 937  | 87 676  | 88 415  | 89 154  | 89 893  | 90 632  |
| 26     | 28 288      | 29 007 | 29 725 | 30 444  | 31 163  | 31 882  | 32 601  | 26   | 90 632      | 91 371  | 92 110  | 92 849  | 93 588  | 94 327  | 95 067  |
| 27     | 32 601      | 33 320 | 34 039 | 34 758  | 35 477  | 36 196  | 36 915  | 27   | 95 067      | 95 806  | 96 546  | 97 285  | 98 025  | 98 765  | 99 504  |
| 28     | 36 915      | 37 634 | 38 354 | 39 073  | 39 793  | 40 512  | 41 232  | 28   | 99 504      | 100 244 | 100 984 | 101 724 | 102 464 | 103 204 | 103 944 |
| 29     | 41 232      | 41 951 | 42 671 | 43 391  | 44 110  | 44 830  | 45 550  | 29   | 2.83 03 944 | 04 684  | 05 424  | 06 164  | 06 905  | 07 645  | 08 385  |
| 30     | 2.80 45 550 | 46 270 | 46 990 | 47 710  | 48 430  | 49 150  | 49 871  | 30   | 2.83 08 385 | 09 126  | 09 866  | 10 607  | 11 348  | 12 089  | 12 829  |
| 31     | 49 871      | 50 591 | 51 311 | 52 032  | 52 752  | 53 473  | 54 193  | 31   | 12 829      | 13 570  | 14 311  | 15 052  | 15 793  | 16 534  | 17 275  |
| 32     | 54 193      | 54 914 | 55 635 | 56 355  | 57 076  | 57 797  | 58 518  | 32   | 17 275      | 18 016  | 18 757  | 19 499  | 20 240  | 20 981  | 21 723  |
| 33     | 58 518      | 59 239 | 59 960 | 60 681  | 61 402  | 62 123  | 62 844  | 33   | 21 723      | 22 464  | 23 206  | 23 948  | 24 689  | 25 431  | 26 173  |
| 34     | 62 844      | 63 566 | 64 287 | 65 008  | 65 730  | 66 451  | 67 173  | 34   | 26 173      | 26 915  | 27 657  | 28 399  | 29 141  | 29 883  | 30 625  |
| 35     | 2.80 67 173 | 67 895 | 68 616 | 69 338  | 70 060  | 70 782  | 71 503  | 35   | 2.83 30 625 | 31 367  | 32 109  | 32 852  | 33 594  | 34 337  | 35 079  |
| 36     | 71 503      | 72 225 | 72 947 | 73 670  | 74 392  | 75 114  | 75 836  | 36   | 35 079      | 35 822  | 36 564  | 37 307  | 38 050  | 38 793  | 39 535  |
| 37     | 75 836      | 76 558 | 77 281 | 78 003  | 78 726  | 79 448  | 80 171  | 37   | 39 535      | 40 278  | 41 021  | 41 764  | 42 508  | 43 251  | 43 994  |
| 38     | 80 171      | 80 893 | 81 616 | 82 339  | 83 062  | 83 784  | 84 507  | 38   | 43 994      | 44 737  | 45 481  | 46 224  | 46 967  | 47 711  | 48 454  |
| 39     | 84 507      | 85 230 | 85 953 | 86 676  | 87 399  | 88 123  | 88 846  | 39   | 48 454      | 49 198  | 49 942  | 50 686  | 51 429  | 52 173  | 52 917  |
| 40     | 2.80 88 846 | 89 569 | 90 293 | 91 016  | 91 739  | 92 463  | 93 187  | 40   | 2.83 52 917 | 53 661  | 54 405  | 55 149  | 55 893  | 56 637  | 57 381  |
| 41     | 93 187      | 93 910 | 94 634 | 95 358  | 96 081  | 96 805  | 97 529  | 41   | 57 382      | 58 126  | 58 871  | 59 615  | 60 360  | 61 104  | 61 849  |
| 42     | 97 529      | 98 253 | 98 977 | 99 701  | 100 425 | 101 150 | 101 874 | 42   | 61 849      | 62 594  | 63 338  | 64 083  | 64 828  | 65 573  | 66 318  |
| 43     | 2.81 01 874 | 02 598 | 03 323 | 04 047  | 04 772  | 05 496  | 06 221  | 43   | 66 318      | 67 063  | 67 808  | 68 553  | 69 298  | 70 044  | 70 789  |
| 44     | 06 221      | 06 945 | 07 670 | 08 395  | 09 120  | 09 844  | 10 569  | 44   | 70 789      | 71 534  | 72 280  | 73 025  | 73 771  | 74 517  | 75 262  |
| 45     | 2.81 10 569 | 11 294 | 12 019 | 12 745  | 13 470  | 14 195  | 14 920  | 45   | 2.83 75 262 | 76 008  | 76 754  | 77 500  | 78 246  | 78 992  | 79 738  |
| 46     | 14 920      | 15 645 | 16 371 | 17 096  | 17 822  | 18 547  | 19 273  | 46   | 79 738      | 80 484  | 81 230  | 81 976  | 82 723  | 83 469  | 84 215  |
| 47     | 19 273      | 19 999 | 20 724 | 21 450  | 22 176  | 22 902  | 23 628  | 47   | 84 215      | 84 962  | 85 708  | 86 455  | 87 201  | 87 948  | 88 695  |
| 48     | 23 628      | 24 354 | 25 080 | 25 806  | 26 532  | 27 258  | 27 985  | 48   | 88 695      | 89 442  | 90 189  | 90 936  | 91 683  | 92 430  | 93 177  |
| 49     | 27 985      | 28 711 | 29 437 | 30 164  | 30 890  | 31 617  | 32 344  | 49   | 93 177      | 93 924  | 94 671  | 95 418  | 96 166  | 96 913  | 97 661  |
| 50     | 2.81 32 344 | 33 070 | 33 797 | 34 524  | 35 251  | 35 977  | 36 704  | 50   | 2.83 97 661 | 98 408  | 99 156  | 99 903  | 100 651 | 101 399 | 102 147 |
| 51     | 36 704      | 37 431 | 38 159 | 38 886  | 39 613  | 40 340  | 41 067  | 51   | 2.84 02 147 | 02 895  | 03 643  | 04 391  | 05 139  | 05 887  | 06 635  |
| 52     | 41 067      | 41 795 | 42 522 | 43 250  | 43 977  | 44 705  | 45 432  | 52   | 06 635      | 07 383  | 08 132  | 08 880  | 09 628  | 10 377  | 11 125  |
| 53     | 45 432      | 46 160 | 46 888 | 47 616  | 48 344  | 49 071  | 49 799  | 53   | 11 125      | 11 874  | 12 623  | 13 371  | 14 120  | 14 869  | 15 618  |
| 54     | 49 799      | 50 527 | 51 256 | 51 984  | 52 712  | 53 440  | 54 169  | 54   | 15 618      | 16 367  | 17 116  | 17 865  | 18 614  | 19 363  | 20 112  |
| 55     | 2.81 54 169 | 54 897 | 55 625 | 56 354  | 57 082  | 57 811  | 58 540  | 55   | 2.84 20 112 | 20 862  | 21 611  | 22 361  | 23 110  | 23 860  | 24 609  |
| 56     | 58 540      | 59 268 | 59 997 | 60 726  | 61 455  | 62 184  | 62 913  | 56   | 24 609      | 25 359  | 26 109  | 26 858  | 27 608  | 28 358  | 29 108  |
| 57     | 62 913      | 63 642 | 64 371 | 65 100  | 65 829  | 66 559  | 67 288  | 57   | 29 108      | 29 858  | 30 608  | 31 358  | 32 109  | 32 859  | 33 609  |
| 58     | 67 288      | 68 017 | 68 747 | 69 476  | 70 206  | 70 936  | 71 665  | 58   | 33 609      | 34 360  | 35 110  | 35 861  | 36 611  | 37 362  | 38 113  |
| 59     | 71 665      | 72 395 | 73 125 | 73 855  | 74 585  | 75 315  | 76 045  | 59   | 38 113      | 38 863  | 39 614  | 40 365  | 41 116  | 41 867  | 42 618  |

|   | 710   | 712   | 713   | 715   | 717   | 719   | 721   | 722   | 723   | 725   | 727   | 729   | 731   | 732   | 733   | 735   | 737   | 739   | 741   | 742   | 744   | 746   | 747   | 749   | 751   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 71.0  | 71.2  | 71.3  | 71.5  | 71.7  | 71.9  | 72.1  | 72.2  | 72.3  | 72.5  | 72.7  | 72.9  | 73.1  | 73.2  | 73.3  | 73.5  | 73.7  | 73.9  | 74.1  | 74.2  | 74.4  | 74.6  | 74.7  | 74.9  | 75.1  | 1 |
| 2 | 142.0 | 142.4 | 142.6 | 143.0 | 143.4 | 143.8 | 144.2 | 144.4 | 144.6 | 145.0 | 145.4 | 145.8 | 146.2 | 146.4 | 146.6 | 147.0 | 147.4 | 147.8 | 148.2 | 148.4 | 148.8 | 149.2 | 149.4 | 149.8 | 150.2 | 2 |
| 3 | 213.0 | 213.6 | 214.0 | 214.5 | 215.1 | 215.7 | 216.1 | 216.6 | 216.9 | 217.5 | 218.1 | 218.7 | 219.3 | 219.6 | 219.9 | 220.5 | 221.1 | 221.7 | 222.3 | 222.6 | 223.2 | 223.8 | 224.4 | 224.7 | 225.3 | 3 |
| 4 | 284.0 | 284.8 | 285.2 | 286.0 | 286.8 | 287.6 | 288.4 | 288.8 | 289.2 | 290.0 | 290.8 | 291.6 | 292.4 | 292.8 | 293.2 | 294.0 | 294.8 | 295.6 | 296.4 | 296.8 | 297.6 | 298.4 | 298.8 | 299.6 | 300.4 | 4 |
| 5 | 355.0 | 356.0 | 357.5 | 357.5 | 358.5 | 359.5 | 360.5 | 361.0 | 361.5 | 362.5 | 363.5 | 364.5 | 365.5 | 366.0 | 366.5 | 367.5 | 368.5 | 369.5 | 370.5 | 371.0 | 372.0 | 373.0 | 373.5 | 374.5 | 375.5 | 5 |
| 6 | 426.0 | 427.2 | 427.8 | 429.0 | 429.5 | 431.4 | 432.6 | 433.2 | 433.8 | 435.0 | 436.2 | 437.4 | 438.6 | 439.2 | 439.8 | 441.0 | 442.2 | 443.4 | 444.6 | 445.2 | 446.4 | 447.0 | 448.2 | 448.8 | 449.6 | 6 |
| 7 | 497.0 | 498.4 | 499.1 | 500.5 | 501.6 | 503.3 | 504.7 | 505.4 | 506.1 | 507.5 | 508.0 | 510.3 | 511.7 | 512.4 | 513.1 | 514.5 | 515.9 | 517.3 | 518.7 | 519.4 | 520.8 | 522.2 | 524.0 | 524.3 | 525.7 | 7 |
| 8 | 568.0 | 569.6 | 570.7 | 572.0 | 573.6 | 575.2 | 576.8 | 577.6 | 578.4 | 580.0 | 581.6 | 583.2 | 584.8 | 585.6 | 586.4 | 588.0 | 589.6 | 591.2 | 592.8 | 593.6 | 595.2 | 596.8 | 597.6 | 599.2 | 600.8 | 8 |
| 9 | 639.0 | 640.6 | 641.7 | 643.5 | 645.3 | 647.1 | 648.0 | 648.8 | 650.7 | 652.5 | 654.3 | 656.1 | 657.9 | 658.8 | 659.7 | 661.5 | 663.3 | 665.1 | 666.9 | 667.8 | 669.6 | 671.4 | 673.4 | 674.1 | 675.9 | 9 |



## Tafel IV.

log M.

| 138°        |        |        |         |         |         |         | 139°        |             |         |         |         |         |         |
|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | 0"          | 10"         | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 2.84 42 618 | 43 369 | 44 120 | 44 871  | 45 623  | 46 374  | 47 125  | 2.87 16 947 | 17 720      | 18 493  | 19 267  | 20 040  | 20 813  | 21 587  |
| 47 125      | 47 877 | 48 628 | 49 380  | 50 132  | 50 883  | 51 635  | 1           | 21 587      | 22 361  | 23 134  | 23 908  | 24 682  | 25 455  |
| 51 635      | 52 387 | 53 139 | 53 891  | 54 643  | 55 395  | 56 147  | 2           | 26 229      | 27 003  | 27 777  | 28 551  | 29 325  | 30 100  |
| 56 147      | 56 899 | 57 651 | 58 404  | 59 156  | 59 909  | 60 661  | 3           | 30 874      | 31 648  | 32 423  | 33 197  | 33 972  | 34 746  |
| 60 661      | 61 414 | 62 166 | 62 919  | 63 672  | 64 424  | 65 177  | 4           | 35 521      | 36 295  | 37 070  | 37 845  | 38 620  | 39 395  |
| 2.84 65 177 | 65 930 | 66 683 | 67 436  | 68 189  | 68 942  | 69 696  | 5           | 2.87 40 170 | 40 945  | 41 720  | 42 495  | 43 271  | 44 046  |
| 69 696      | 70 449 | 71 202 | 71 955  | 72 709  | 73 462  | 74 216  | 6           | 44 821      | 45 597  | 46 372  | 47 148  | 47 923  | 48 699  |
| 74 216      | 74 970 | 75 723 | 76 477  | 77 231  | 77 985  | 78 739  | 7           | 49 475      | 50 251  | 51 027  | 51 803  | 52 579  | 53 355  |
| 78 739      | 79 493 | 80 247 | 81 001  | 81 755  | 82 509  | 83 263  | 8           | 54 131      | 54 907  | 55 683  | 56 460  | 57 236  | 58 013  |
| 83 263      | 84 018 | 84 772 | 85 527  | 86 281  | 87 036  | 87 791  | 9           | 58 789      | 59 566  | 60 342  | 61 119  | 61 896  | 62 673  |
| 2.84 87 791 | 88 545 | 89 300 | 90 055  | 90 810  | 91 565  | 92 320  | 10          | 2.87 63 450 | 64 227  | 65 004  | 65 781  | 66 558  | 67 335  |
| 92 320      | 93 075 | 93 830 | 94 585  | 95 340  | 96 096  | 96 851  | 11          | 68 112      | 68 890  | 69 667  | 70 445  | 71 222  | 72 000  |
| 96 851      | 97 606 | 98 362 | 99 118  | 99 873  | 100 629 | 101 385 | 12          | 72 778      | 73 555  | 74 333  | 75 111  | 75 889  | 76 667  |
| 2.85 01 385 | 02 140 | 02 896 | 03 652  | 04 408  | 05 164  | 05 920  | 13          | 77 445      | 78 223  | 79 001  | 79 779  | 80 558  | 81 336  |
| 05 920      | 06 676 | 07 433 | 08 189  | 08 945  | 09 702  | 10 458  | 14          | 82 115      | 82 893  | 83 672  | 84 450  | 85 229  | 86 008  |
| 2.85 10 458 | 11 215 | 11 971 | 12 728  | 13 485  | 14 241  | 14 998  | 15          | 2.87 86 787 | 87 565  | 88 344  | 89 123  | 89 902  | 90 682  |
| 14 998      | 15 755 | 16 512 | 17 269  | 18 026  | 18 783  | 19 540  | 16          | 91 461      | 92 240  | 93 019  | 93 799  | 94 578  | 95 358  |
| 19 540      | 20 298 | 21 055 | 21 812  | 22 570  | 23 327  | 24 085  | 17          | 96 137      | 96 917  | 97 697  | 98 476  | 99 256  | 100 036 |
| 24 085      | 24 842 | 25 600 | 26 358  | 27 116  | 27 874  | 28 631  | 18          | 2.88 00 816 | 01 596  | 02 376  | 03 156  | 03 937  | 04 717  |
| 28 631      | 29 389 | 30 147 | 30 906  | 31 664  | 32 422  | 33 180  | 19          | 05 497      | 06 278  | 07 058  | 07 839  | 08 619  | 09 400  |
| 2.85 33 180 | 33 939 | 34 697 | 35 455  | 36 214  | 36 973  | 37 731  | 20          | 2.88 10 181 | 10 962  | 11 742  | 12 523  | 13 304  | 14 085  |
| 37 731      | 38 490 | 39 249 | 40 008  | 40 766  | 41 525  | 42 284  | 21          | 14 866      | 15 648  | 16 429  | 17 210  | 17 992  | 18 773  |
| 42 284      | 43 043 | 43 803 | 44 562  | 45 321  | 46 080  | 46 840  | 22          | 19 554      | 20 336  | 21 118  | 21 899  | 22 681  | 23 463  |
| 46 840      | 47 599 | 48 359 | 49 118  | 49 878  | 50 638  | 51 397  | 23          | 24 245      | 25 027  | 25 809  | 26 591  | 27 373  | 28 155  |
| 51 397      | 52 157 | 52 917 | 53 677  | 54 437  | 55 197  | 55 957  | 24          | 28 937      | 29 720  | 30 502  | 31 285  | 32 067  | 32 850  |
| 2.85 55 957 | 56 717 | 57 478 | 58 238  | 58 998  | 59 759  | 60 519  | 25          | 2.88 33 632 | 34 415  | 35 198  | 35 981  | 36 764  | 37 547  |
| 60 519      | 61 280 | 62 040 | 62 801  | 63 562  | 64 322  | 65 083  | 26          | 38 330      | 39 113  | 39 896  | 40 679  | 41 462  | 42 246  |
| 65 083      | 65 844 | 66 605 | 67 366  | 68 127  | 68 888  | 69 650  | 27          | 43 029      | 43 813  | 44 596  | 45 380  | 46 164  | 46 947  |
| 69 650      | 70 411 | 71 172 | 71 934  | 72 695  | 73 457  | 74 218  | 28          | 47 731      | 48 515  | 49 299  | 50 083  | 50 867  | 51 651  |
| 74 218      | 74 980 | 75 741 | 76 503  | 77 265  | 78 027  | 78 789  | 29          | 52 435      | 53 220  | 54 004  | 54 788  | 55 573  | 56 357  |
| 2.85 78 789 | 79 551 | 80 313 | 81 075  | 81 837  | 82 600  | 83 362  | 30          | 2.88 57 142 | 57 927  | 58 711  | 59 496  | 60 281  | 61 066  |
| 83 362      | 84 124 | 84 887 | 85 649  | 86 412  | 87 174  | 87 937  | 31          | 61 851      | 62 636  | 63 421  | 64 206  | 64 991  | 65 777  |
| 87 937      | 88 700 | 89 463 | 90 226  | 90 988  | 91 751  | 92 514  | 32          | 66 562      | 67 347  | 68 133  | 68 918  | 69 704  | 70 490  |
| 92 514      | 93 278 | 94 041 | 94 804  | 95 567  | 96 331  | 97 094  | 33          | 71 275      | 72 061  | 72 847  | 73 633  | 74 419  | 75 205  |
| 97 094      | 97 858 | 98 621 | 99 385  | 100 148 | 100 912 | 101 676 | 34          | 75 991      | 76 777  | 77 564  | 78 350  | 79 136  | 79 923  |
| 2.86 01 676 | 02 440 | 03 204 | 03 968  | 04 732  | 05 496  | 06 260  | 35          | 2.88 80 709 | 81 496  | 82 283  | 83 069  | 83 856  | 84 643  |
| 06 260      | 07 024 | 07 788 | 08 553  | 09 317  | 10 082  | 10 846  | 36          | 85 430      | 86 217  | 87 004  | 87 791  | 88 578  | 89 365  |
| 10 846      | 11 611 | 12 375 | 13 140  | 13 905  | 14 670  | 15 435  | 37          | 90 153      | 90 940  | 91 727  | 92 514  | 93 303  | 94 090  |
| 15 435      | 16 200 | 16 965 | 17 730  | 18 495  | 19 260  | 20 025  | 38          | 94 878      | 95 666  | 96 453  | 97 241  | 98 029  | 98 817  |
| 20 025      | 20 791 | 21 556 | 22 322  | 23 087  | 23 853  | 24 618  | 39          | 99 605      | 100 393 | 101 182 | 101 970 | 102 758 | 103 547 |
| 2.86 24 618 | 25 384 | 26 150 | 26 916  | 27 682  | 28 448  | 29 214  | 40          | 2.89 04 335 | 05 124  | 05 912  | 06 701  | 07 490  | 08 279  |
| 29 214      | 29 980 | 30 746 | 31 512  | 32 278  | 33 045  | 33 811  | 41          | 09 067      | 09 856  | 10 645  | 11 434  | 12 223  | 13 013  |
| 33 811      | 34 577 | 35 344 | 36 110  | 36 877  | 37 644  | 38 411  | 42          | 13 802      | 14 591  | 15 381  | 16 170  | 16 959  | 17 749  |
| 38 411      | 39 177 | 39 944 | 40 711  | 41 478  | 42 245  | 43 012  | 43          | 18 539      | 19 328  | 20 118  | 20 908  | 21 698  | 22 488  |
| 43 012      | 43 780 | 44 547 | 45 314  | 46 082  | 46 849  | 47 616  | 44          | 23 278      | 24 068  | 24 858  | 25 648  | 26 439  | 27 229  |
| 2.86 47 616 | 48 384 | 49 152 | 49 919  | 50 687  | 51 455  | 52 223  | 45          | 2.89 28 019 | 28 810  | 29 600  | 30 391  | 31 182  | 31 973  |
| 52 223      | 52 991 | 53 759 | 54 527  | 55 295  | 56 063  | 56 831  | 46          | 32 763      | 33 554  | 34 345  | 35 136  | 35 927  | 36 718  |
| 56 831      | 57 600 | 58 368 | 59 136  | 59 905  | 60 673  | 61 442  | 47          | 37 510      | 38 301  | 39 092  | 39 884  | 40 675  | 41 467  |
| 61 442      | 62 211 | 62 980 | 63 748  | 64 517  | 65 286  | 66 055  | 48          | 42 258      | 43 050  | 43 842  | 44 633  | 45 425  | 46 217  |
| 66 055      | 66 824 | 67 593 | 68 362  | 69 132  | 69 901  | 70 670  | 49          | 47 009      | 47 801  | 48 593  | 49 386  | 50 178  | 50 970  |
| 2.86 70 670 | 71 440 | 72 209 | 72 979  | 73 748  | 74 518  | 75 288  | 50          | 2.89 51 762 | 52 555  | 53 347  | 54 140  | 54 933  | 55 725  |
| 75 288      | 76 058 | 76 828 | 77 598  | 78 368  | 79 138  | 79 908  | 51          | 56 518      | 57 311  | 58 104  | 58 897  | 59 690  | 60 483  |
| 79 908      | 80 678 | 81 448 | 82 218  | 82 988  | 83 759  | 84 530  | 52          | 61 276      | 62 069  | 62 863  | 63 656  | 64 450  | 65 243  |
| 84 530      | 85 300 | 86 071 | 86 842  | 87 612  | 88 383  | 89 154  | 53          | 66 037      | 66 830  | 67 624  | 68 418  | 69 212  | 70 005  |
| 89 154      | 89 925 | 90 696 | 91 467  | 92 238  | 93 009  | 93 780  | 54          | 70 799      | 71 593  | 72 387  | 73 182  | 73 976  | 74 770  |
| 2.86 93 780 | 94 552 | 95 323 | 96 095  | 96 867  | 97 638  | 98 409  | 55          | 2.89 75 565 | 76 359  | 77 153  | 77 948  | 78 743  | 79 537  |
| 98 409      | 99 181 | 99 953 | 100 724 | 101 496 | 102 268 | 103 040 | 56          | 80 332      | 81 127  | 81 922  | 82 717  | 83 512  | 84 307  |
| 2.87 03 040 | 03 812 | 04 584 | 05 357  | 06 129  | 06 901  | 07 674  | 57          | 85 102      | 85 897  | 86 692  | 87 488  | 88 283  | 89 079  |
| 07 674      | 08 446 | 09 218 | 09 991  | 10 764  | 11 536  | 12 309  | 58          | 89 874      | 90 670  | 91 465  | 92 261  | 93 057  | 93 853  |
| 12 309      | 13 082 | 13 855 | 14 628  | 15 401  | 16 174  | 16 947  | 59          | 94 649      | 95 445  | 96 241  | 97 037  | 97 833  | 98 629  |

| 751   | 752   | 754   | 756   | 758   | 759   | 761   | 763   | 765   | 767   | 769   | 771   | 773   | 775   | 777   | 779   | 781   | 783   | 785   | 787   | 789   | 791   | 793   | 795   | 797   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 75.1  | 75.2  | 75.4  | 75.6  | 75.8  | 75.9  | 76.1  | 76.3  | 76.5  | 76.7  | 76.9  | 77.1  | 77.3  | 77.5  | 77.7  | 77.9  | 78.1  | 78.3  | 78.5  | 78.7  | 78.9  | 79.1  | 79.3  | 79.5  | 79.7  |
| 150.2 | 150.4 | 150.6 | 151.0 | 151.2 | 151.8 | 152.2 | 152.6 | 153.0 | 153.4 | 153.8 | 154.2 | 154.6 | 155.0 | 155.4 | 155.8 | 156.2 | 156.6 | 157.0 | 157.4 | 157.8 | 158.2 | 158.6 | 159.0 | 159.4 |
| 225.3 | 225.6 | 226.0 | 226.8 | 227.4 | 227.7 | 228.3 | 228.9 | 229.5 | 230.1 | 230.7 | 231.3 | 231.9 | 232.5 | 233.1 | 233.7 | 234.3 | 234.9 | 235.5 | 236.1 | 236.7 | 237.3 | 237.9 | 238.5 | 239.1 |
| 300.4 | 300.8 | 301.6 | 302.4 | 303.2 | 303.6 | 304.4 | 305.2 | 306.0 | 306.8 | 307.6 | 308.4 | 309.2 | 310.0 | 310.8 | 311.6 | 312.4 | 313.2 | 314.0 | 314.8 | 315.6 | 316.4 | 317.2 | 318.0 | 318.8 |
| 375.5 | 376.0 | 377.0 | 378.0 | 379.0 | 379.5 | 380.5 | 381.5 | 382.5 | 383.5 | 384.5 | 385.5 | 386.5 | 387.5 | 388.5 | 389.5 | 390.5 | 391.5 | 392.5 | 393.5 | 394.5 | 395.5 | 396.5 | 397.5 | 398.5 |
| 450.6 | 451.2 | 452.4 | 453.6 | 454.8 | 455.4 | 456.6 | 457.8 | 459.0 | 460.2 | 461.4 | 462.6 | 463.8 | 465.0 | 466.2 | 467.4 | 468.6 | 469.8 | 471.0 | 472.2 | 473.4 | 474.6 | 475.8 | 477.0 | 478.2 |
| 525.7 | 526.4 | 527.8 | 529.2 | 530.6 | 531.2 | 532.7 | 534.1 | 535.5 | 536.9 | 538.3 | 539.7 | 541.1 | 542.5 | 543.9 | 545.3 | 546.7 | 548.1 | 549.5 | 550.9 | 552.3 | 553.7 | 555.1 | 556.5 | 557.9 |
| 600.8 | 601.6 | 602.8 | 604.8 | 606.4 | 607.2 | 608.8 | 610.4 | 612.0 | 613.6 | 615.2 | 616.8 | 618.4 | 620.0 | 621.6 | 623.2 | 624.8 | 626.4 | 628.0 | 629.6 | 631.2 | 632.8 | 634.4 | 636.0 | 637.6 |
| 675.9 | 676.8 | 678.4 | 680.4 | 682.2 | 683.1 | 684.9 | 686.7 | 688.5 | 690.3 | 692.1 | 693.9 | 695.7 | 697.5 | 699.3 | 701.1 | 702.9 | 704.7 | 706.5 | 708.3 | 710.1 | 711.9 | 713.7 | 715.5 | 717.3 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        | log M. |             |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 140°   |             |        |        |        |        |        |        | 141°   |             |        |        |        |        |        |        |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0      | 2.89 99 426 | 00 222 | 01 019 | 01 815 | 02 612 | 03 408 | 04 205 | 0      | 2.92 90 477 | 91 298 | 92 119 | 92 940 | 93 761 | 94 582 | 95 403 |
| 1      | 2.90 04 205 | 05 002 | 05 799 | 06 596 | 07 393 | 08 190 | 08 987 | 1      | 95 403      | 96 224 | 97 046 | 97 867 | 98 688 | 99 510 | 00 332 |
| 2      | 08 987      | 09 784 | 10 581 | 11 379 | 12 176 | 12 974 | 13 771 | 2      | 2.93 00 332 | 01 153 | 01 975 | 02 797 | 03 619 | 04 441 | 05 263 |
| 3      | 13 771      | 14 569 | 15 366 | 16 164 | 16 962 | 17 760 | 18 558 | 3      | 05 263      | 06 085 | 06 907 | 07 729 | 08 551 | 09 374 | 10 196 |
| 4      | 18 558      | 19 356 | 20 154 | 20 952 | 21 750 | 22 548 | 23 347 | 4      | 10 196      | 11 019 | 11 841 | 12 664 | 13 487 | 14 309 | 15 132 |
| 5      | 2.90 23 347 | 24 145 | 24 943 | 25 742 | 26 541 | 27 339 | 28 138 | 5      | 2.93 15 132 | 15 955 | 16 778 | 17 601 | 18 424 | 19 248 | 20 071 |
| 6      | 28 138      | 28 937 | 29 736 | 30 535 | 31 334 | 32 133 | 32 932 | 6      | 20 071      | 20 894 | 21 718 | 22 541 | 23 365 | 24 188 | 25 012 |
| 7      | 32 932      | 33 731 | 34 530 | 35 329 | 36 129 | 36 928 | 37 728 | 7      | 25 012      | 25 836 | 26 660 | 27 483 | 28 307 | 29 131 | 29 956 |
| 8      | 37 728      | 38 527 | 39 327 | 40 127 | 40 927 | 41 726 | 42 526 | 8      | 29 956      | 30 780 | 31 604 | 32 428 | 33 253 | 34 077 | 34 902 |
| 9      | 42 526      | 43 326 | 44 126 | 44 926 | 45 727 | 46 527 | 47 327 | 9      | 34 902      | 35 726 | 36 551 | 37 376 | 38 201 | 39 025 | 39 850 |
| 10     | 2.90 47 327 | 48 128 | 48 928 | 49 729 | 50 529 | 51 330 | 52 131 | 10     | 2.93 39 850 | 40 675 | 41 500 | 42 326 | 43 151 | 43 976 | 44 801 |
| 11     | 52 131      | 52 931 | 53 732 | 54 533 | 55 334 | 56 135 | 56 936 | 11     | 44 802      | 45 627 | 46 453 | 47 278 | 48 104 | 48 929 | 49 755 |
| 12     | 56 936      | 57 737 | 58 539 | 59 340 | 60 141 | 60 943 | 61 744 | 12     | 49 755      | 50 581 | 51 407 | 52 233 | 53 059 | 53 885 | 54 712 |
| 13     | 61 744      | 62 546 | 63 348 | 64 149 | 64 951 | 65 753 | 66 555 | 13     | 54 712      | 55 538 | 56 364 | 57 191 | 58 017 | 58 844 | 59 670 |
| 14     | 66 555      | 67 357 | 68 159 | 68 961 | 69 763 | 70 566 | 71 368 | 14     | 59 670      | 60 497 | 61 324 | 62 151 | 62 978 | 63 805 | 64 632 |
| 15     | 2.90 71 368 | 72 170 | 72 973 | 73 775 | 74 578 | 75 380 | 76 183 | 15     | 2.93 64 632 | 65 459 | 66 286 | 67 113 | 67 941 | 68 768 | 69 596 |
| 16     | 76 183      | 76 986 | 77 789 | 78 592 | 79 395 | 80 198 | 81 001 | 16     | 69 596      | 70 423 | 71 251 | 72 078 | 72 906 | 73 734 | 74 562 |
| 17     | 81 001      | 81 804 | 82 607 | 83 411 | 84 214 | 85 018 | 85 821 | 17     | 74 562      | 75 390 | 76 218 | 77 046 | 77 874 | 78 703 | 79 531 |
| 18     | 85 821      | 86 625 | 87 428 | 88 232 | 89 036 | 89 840 | 90 644 | 18     | 79 531      | 80 359 | 81 188 | 82 016 | 82 845 | 83 674 | 84 502 |
| 19     | 90 644      | 91 448 | 92 252 | 93 056 | 93 860 | 94 664 | 95 469 | 19     | 84 502      | 85 331 | 86 160 | 86 989 | 87 818 | 88 647 | 89 476 |
| 20     | 2.90 95 469 | 96 273 | 97 078 | 97 882 | 98 687 | 99 491 | 00 296 | 20     | 2.93 89 476 | 90 306 | 91 135 | 91 964 | 92 794 | 93 623 | 94 453 |
| 21     | 2.91 00 296 | 01 101 | 01 906 | 02 711 | 03 516 | 04 321 | 05 126 | 21     | 94 453      | 95 283 | 96 113 | 96 942 | 97 772 | 98 602 | 99 432 |
| 22     | 05 126      | 05 931 | 06 736 | 07 542 | 08 347 | 09 153 | 09 958 | 22     | 99 432      | 00 262 | 01 093 | 01 923 | 02 753 | 03 583 | 04 414 |
| 23     | 09 958      | 10 764 | 11 570 | 12 375 | 13 181 | 13 987 | 14 793 | 23     | 2.94 04 414 | 05 244 | 06 075 | 06 906 | 07 737 | 08 567 | 09 398 |
| 24     | 14 793      | 15 599 | 16 405 | 17 211 | 18 017 | 18 824 | 19 630 | 24     | 09 398      | 10 229 | 11 060 | 11 891 | 12 722 | 13 554 | 14 385 |
| 25     | 2.91 19 630 | 20 437 | 21 243 | 22 050 | 22 856 | 23 663 | 24 470 | 25     | 2.94 14 385 | 15 216 | 16 048 | 16 879 | 17 711 | 18 543 | 19 374 |
| 26     | 24 470      | 25 277 | 26 083 | 26 890 | 27 697 | 28 505 | 29 312 | 26     | 19 374      | 20 206 | 21 038 | 21 870 | 22 702 | 23 534 | 24 366 |
| 27     | 29 312      | 30 119 | 30 926 | 31 734 | 32 541 | 33 349 | 34 156 | 27     | 24 366      | 25 199 | 26 031 | 26 863 | 27 696 | 28 528 | 29 361 |
| 28     | 34 156      | 34 964 | 35 771 | 36 579 | 37 387 | 38 195 | 39 003 | 28     | 29 361      | 30 194 | 31 026 | 31 859 | 32 692 | 33 525 | 34 358 |
| 29     | 39 003      | 39 811 | 40 619 | 41 427 | 42 236 | 43 044 | 43 852 | 29     | 34 358      | 35 191 | 36 024 | 36 857 | 37 691 | 38 524 | 39 358 |
| 30     | 2.91 43 852 | 44 661 | 45 469 | 46 278 | 47 087 | 47 895 | 48 704 | 30     | 2.94 39 358 | 40 191 | 41 025 | 41 858 | 42 692 | 43 526 | 44 360 |
| 31     | 48 704      | 49 513 | 50 322 | 51 131 | 51 940 | 52 749 | 53 558 | 31     | 44 360      | 45 194 | 46 028 | 46 862 | 47 696 | 48 530 | 49 365 |
| 32     | 53 558      | 54 368 | 55 177 | 55 986 | 56 796 | 57 605 | 58 415 | 32     | 49 365      | 50 199 | 51 033 | 51 868 | 52 703 | 53 537 | 54 372 |
| 33     | 58 415      | 59 225 | 60 034 | 60 844 | 61 654 | 62 464 | 63 274 | 33     | 54 372      | 55 207 | 56 042 | 56 877 | 57 712 | 58 547 | 59 382 |
| 34     | 63 274      | 64 084 | 64 894 | 65 705 | 66 515 | 67 325 | 68 136 | 34     | 59 382      | 60 217 | 61 053 | 61 888 | 62 723 | 63 559 | 64 395 |
| 35     | 2.91 68 136 | 68 946 | 69 757 | 70 567 | 71 378 | 72 189 | 73 000 | 35     | 2.94 64 395 | 65 230 | 66 066 | 66 902 | 67 738 | 68 574 | 69 410 |
| 36     | 73 000      | 73 811 | 74 621 | 75 433 | 76 244 | 77 055 | 77 866 | 36     | 69 410      | 70 246 | 71 082 | 71 918 | 72 755 | 73 591 | 74 427 |
| 37     | 77 866      | 78 677 | 79 489 | 80 300 | 81 112 | 81 923 | 82 735 | 37     | 74 427      | 75 264 | 76 101 | 76 937 | 77 774 | 78 611 | 79 448 |
| 38     | 82 735      | 83 547 | 84 359 | 85 170 | 85 982 | 86 794 | 87 606 | 38     | 79 448      | 80 285 | 81 122 | 81 959 | 82 796 | 83 633 | 84 471 |
| 39     | 87 606      | 88 418 | 89 231 | 90 043 | 90 855 | 91 668 | 92 480 | 39     | 84 471      | 85 308 | 86 145 | 86 983 | 87 821 | 88 658 | 89 496 |
| 40     | 2.91 92 480 | 93 293 | 94 105 | 94 918 | 95 731 | 96 544 | 97 356 | 40     | 2.94 89 496 | 90 334 | 91 172 | 92 010 | 92 848 | 93 686 | 94 524 |
| 41     | 97 356      | 98 169 | 98 982 | 99 796 | 00 609 | 01 422 | 02 235 | 41     | 94 524      | 95 362 | 96 201 | 97 039 | 97 878 | 98 716 | 99 555 |
| 42     | 2.92 02 235 | 03 049 | 03 862 | 04 676 | 05 489 | 06 303 | 07 116 | 42     | 99 555      | 00 394 | 01 232 | 02 071 | 02 910 | 03 749 | 04 588 |
| 43     | 07 116      | 07 930 | 08 744 | 09 558 | 10 372 | 11 186 | 12 000 | 43     | 2.95 04 588 | 05 427 | 06 266 | 07 106 | 07 945 | 08 784 | 09 624 |
| 44     | 12 000      | 12 814 | 13 629 | 14 443 | 15 257 | 16 072 | 16 886 | 44     | 09 624      | 10 464 | 11 303 | 12 143 | 12 983 | 13 823 | 14 662 |
| 45     | 2.92 16 886 | 17 701 | 18 516 | 19 330 | 20 145 | 20 960 | 21 775 | 45     | 2.95 14 662 | 15 502 | 16 343 | 17 183 | 18 023 | 18 863 | 19 704 |
| 46     | 21 775      | 22 590 | 23 405 | 24 220 | 25 035 | 25 851 | 26 666 | 46     | 19 704      | 20 544 | 21 384 | 22 225 | 23 066 | 23 906 | 24 747 |
| 47     | 26 666      | 27 482 | 28 297 | 29 113 | 29 928 | 30 744 | 31 560 | 47     | 24 747      | 25 588 | 26 429 | 27 270 | 28 111 | 28 952 | 29 794 |
| 48     | 31 560      | 32 376 | 33 191 | 34 007 | 34 824 | 35 640 | 36 456 | 48     | 29 794      | 30 635 | 31 476 | 32 318 | 33 159 | 34 001 | 34 842 |
| 49     | 36 456      | 37 272 | 38 088 | 38 905 | 39 721 | 40 538 | 41 354 | 49     | 34 842      | 35 684 | 36 526 | 37 368 | 38 210 | 39 052 | 39 894 |
| 50     | 2.92 41 354 | 42 171 | 42 988 | 43 805 | 44 621 | 45 438 | 46 255 | 50     | 2.95 39 894 | 40 736 | 41 578 | 42 421 | 43 263 | 44 106 | 44 948 |
| 51     | 46 255      | 47 073 | 47 890 | 48 707 | 49 524 | 50 342 | 51 159 | 51     | 44 948      | 45 791 | 46 633 | 47 476 | 48 319 | 49 162 | 50 005 |
| 52     | 51 159      | 51 976 | 52 794 | 53 612 | 54 429 | 55 247 | 56 065 | 52     | 50 005      | 50 848 | 51 691 | 52 534 | 53 378 | 54 221 | 55 064 |
| 53     | 56 065      | 56 883 | 57 701 | 58 519 | 59 337 | 60 155 | 60 974 | 53     | 55 064      | 55 908 | 56 751 | 57 595 | 58 439 | 59 283 | 60 126 |
| 54     | 60 974      | 61 792 | 62 610 | 63 429 | 64 247 | 65 066 | 65 885 | 54     | 60 126      | 60 970 | 61 814 | 62 658 | 63 503 | 64 347 | 65 191 |
| 55     | 2.92 65 885 | 66 703 | 67 522 | 68 341 | 69 160 | 69 979 | 70 798 | 55     | 2.95 65 191 | 66 035 | 66 880 | 67 724 | 68 569 | 69 414 | 70 258 |
| 56     | 70 798      | 71 617 | 72 436 | 73 256 | 74 075 | 74 895 | 75 714 | 56     | 70 258      | 71 103 | 71 948 | 72 793 | 73 638 | 74 483 | 75 328 |
| 57     | 75 714      | 76 534 | 77 353 | 78 173 | 78 993 | 79 813 | 80 633 | 57     | 75 328      | 76 173 | 77 019 | 77 864 | 78 710 | 79 555 | 80 401 |
| 58     | 80 633      | 81 453 | 82 273 | 83 093 | 83 913 | 84 733 | 85 554 | 58     | 80 401      | 81 246 | 82 092 | 82 938 | 83 784 | 84 630 | 85 476 |
| 59     | 85 554      | 86 374 | 87 194 | 88 015 | 88 836 | 89 656 | 90 477 | 59     | 85 476      | 86 322 | 87 168 | 88 015 | 88 861 | 89 707 | 90 554 |

|   | 796   | 798   | 801   | 803   | 805   | 807   | 809   | 811   | 813   | 815   | 817   | 819   | 821   | 823   | 825   | 827   | 829   | 831   | 833   | 835   | 837   | 839   | 841   | 844   | 847   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 79.6  | 79.8  | 80.1  | 80.3  | 80.5  | 80.7  | 80.9  | 81.1  | 81.3  | 81.5  | 81.7  | 81.9  | 82.1  | 82.3  | 82.5  | 82.7  | 82.9  | 83.1  | 83.3  | 83.5  | 83.7  | 83.9  | 84.1  | 84.4  | 84.7  |
| 2 | 150.2 | 150.6 | 150.9 | 151.0 | 151.1 | 151.2 | 151.3 | 151.4 | 151.5 | 151.6 | 151.7 | 151.8 | 151.9 | 152.0 | 152.1 | 152.2 | 152.3 | 152.4 | 152.5 | 152.6 | 152.7 | 152.8 | 152.9 | 153.0 | 153.1 |
| 3 | 238.8 | 239.4 | 240.1 | 240.9 | 241.5 | 242.1 | 242.7 | 243.3 | 244.0 | 244.5 | 245.1 | 245.7 | 246.3 | 246.9 | 247.5 | 248.1 | 248.7 | 249.3 | 249.9 | 250.5 | 251.1 | 251.7 | 252.3 | 252.9 | 253.5 |
| 4 | 318.4 | 319.2 | 319.9 | 320.4 | 320.9 | 321.4 | 321.9 | 322.4 | 322.9 | 323.4 | 323.9 | 324.4 | 324.9 | 325.4 | 325.9 | 326.4 | 326.9 | 327.4 | 327.9 | 328.4 | 328.9 | 329.4 | 329.9 | 330.4 | 330.9 |
| 5 | 398.0 | 398.8 | 399.5 | 400.1 | 400.5 | 401.0 | 401.5 | 402.0 | 402.5 | 403.0 | 403.5 | 404.0 | 404.5 | 405.0 | 405.5 | 406.0 | 406.5 | 407.0 | 407.5 | 408.0 | 408.5 | 409.0 | 409.5 | 410.0 | 410.5 |
| 6 | 477.6 | 478.8 | 480.0 | 481.8 | 483.2 | 484.2 | 485.4 | 486.6 | 487.8 | 489.0 | 490.2 | 491.4 | 492.6 | 493.8 | 495.0 | 496.2 | 497.4 | 498.6 | 499.8 | 501.0 | 502.2 | 503.4 | 504.6 | 505.8 | 507.0 |
| 7 | 557.2 | 558.6 | 560.7 | 562.3 | 564.0 | 565.7 | 567.5 | 569.1 | 570.5 | 572.0 | 573.3 | 574.7 | 576.1 | 577.5 | 578.8 | 580.0 | 581.3 | 582.6 | 583.9 | 585.2 | 586.5 | 587.7 | 588.9 | 590.8 | 592.7 |
| 8 | 636.8 | 638.4 | 640.8 | 642.4 | 644.1 | 645.6 | 647.3 | 648.8 | 650.4 | 652.0 | 653.6 | 655.2 | 656.8 | 658.4 | 660.0 | 661.6 | 663.2 | 664.8 | 666.4 | 668.0 | 669.6 | 671.2 | 672.8 | 675.2 | 677.6 |
| 9 | 716.4 | 718.8 | 720.9 | 722.7 | 724.5 | 726.1 | 728.1 | 729.9 | 731.7 | 733.5 | 735.3 | 737.1 | 738.9 | 740.7 | 742.5 | 744.3 | 746.1 | 747.9 | 749.7 | 751.5 | 753.3 | 755.1 | 756.9 | 759.6 | 762.3 |



## Tafel IV.

log M.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        |      |             |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 142°   |             |        |        |        |        |        |        | 143° |             |        |        |        |        |        |        |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0'     | 2.95 90 554 | 91 400 | 92 247 | 93 094 | 93 940 | 94 787 | 95 634 | 0'   | 2.99 00 143 | 01 017 | 01 891 | 02 765 | 03 639 | 04 513 | 05 387 |
| 1      | 95 634      | 96 481 | 97 328 | 98 176 | 99 023 | 99 870 | 00 717 | 1    | 05 387      | 06 261 | 07 135 | 08 009 | 08 884 | 09 758 | 10 633 |
| 2      | 2.96 00 717 | 01 565 | 02 412 | 03 260 | 04 108 | 04 955 | 05 803 | 2    | 10 633      | 11 508 | 12 382 | 13 257 | 14 132 | 15 007 | 15 882 |
| 3      | 05 803      | 06 651 | 07 499 | 08 347 | 09 195 | 10 043 | 10 892 | 3    | 15 882      | 16 757 | 17 632 | 18 507 | 19 383 | 20 258 | 21 134 |
| 4      | 10 892      | 11 740 | 12 588 | 13 437 | 14 285 | 15 134 | 15 983 | 4    | 21 134      | 22 009 | 22 885 | 23 760 | 24 636 | 25 512 | 26 388 |
| 5      | 2.96 15 983 | 16 831 | 17 680 | 18 529 | 19 378 | 20 227 | 21 076 | 5    | 2.99 26 388 | 27 264 | 28 140 | 29 016 | 29 893 | 30 769 | 31 645 |
| 6      | 21 076      | 21 926 | 22 775 | 23 624 | 24 474 | 25 323 | 26 173 | 6    | 31 645      | 32 522 | 33 399 | 34 275 | 35 152 | 36 029 | 36 906 |
| 7      | 26 173      | 27 022 | 27 872 | 28 722 | 29 572 | 30 422 | 31 272 | 7    | 36 906      | 37 783 | 38 660 | 39 537 | 40 414 | 41 291 | 42 169 |
| 8      | 31 272      | 32 122 | 32 972 | 33 822 | 34 673 | 35 523 | 36 373 | 8    | 42 169      | 43 046 | 43 923 | 44 801 | 45 679 | 46 556 | 47 434 |
| 9      | 36 373      | 37 224 | 38 075 | 38 925 | 39 776 | 40 627 | 41 478 | 9    | 47 434      | 48 312 | 49 190 | 50 068 | 50 946 | 51 825 | 52 703 |
| 10     | 2.96 41 478 | 42 329 | 43 180 | 44 031 | 44 882 | 45 733 | 46 585 | 10   | 2.99 52 703 | 53 581 | 54 460 | 55 338 | 56 217 | 57 095 | 57 974 |
| 11     | 46 585      | 47 436 | 48 288 | 49 139 | 49 991 | 50 843 | 51 694 | 11   | 57 974      | 58 853 | 59 732 | 60 611 | 61 490 | 62 369 | 63 248 |
| 12     | 51 694      | 52 546 | 53 398 | 54 250 | 55 102 | 55 955 | 56 807 | 12   | 63 248      | 64 128 | 65 007 | 65 887 | 66 766 | 67 646 | 68 525 |
| 13     | 56 807      | 57 659 | 58 512 | 59 364 | 60 217 | 61 069 | 61 922 | 13   | 68 525      | 69 405 | 70 285 | 71 165 | 72 045 | 72 925 | 73 805 |
| 14     | 61 922      | 62 775 | 63 627 | 64 480 | 65 333 | 66 186 | 67 040 | 14   | 73 805      | 74 685 | 75 566 | 76 446 | 77 327 | 78 207 | 79 088 |
| 15     | 2.96 67 040 | 67 893 | 68 746 | 69 599 | 70 453 | 71 306 | 72 160 | 15   | 2.99 79 088 | 79 969 | 80 849 | 81 730 | 82 611 | 83 492 | 84 373 |
| 16     | 72 160      | 73 014 | 73 867 | 74 721 | 75 575 | 76 429 | 77 283 | 16   | 84 373      | 85 254 | 86 136 | 87 017 | 87 899 | 88 780 | 89 662 |
| 17     | 77 283      | 78 137 | 78 991 | 79 846 | 80 700 | 81 554 | 82 409 | 17   | 89 662      | 90 543 | 91 425 | 92 307 | 93 189 | 94 071 | 94 953 |
| 18     | 82 409      | 83 263 | 84 118 | 84 973 | 85 827 | 86 682 | 87 537 | 18   | 94 953      | 95 835 | 96 717 | 97 599 | 98 482 | 99 364 | 00 247 |
| 19     | 87 537      | 88 392 | 89 247 | 90 102 | 90 958 | 91 813 | 92 668 | 19   | 3.00 00 247 | 01 129 | 02 012 | 02 895 | 03 778 | 04 661 | 05 544 |
| 20     | 2.96 92 668 | 93 524 | 94 379 | 95 235 | 96 090 | 96 946 | 97 802 | 20   | 3.00 05 544 | 06 427 | 07 310 | 08 193 | 09 076 | 09 960 | 10 843 |
| 21     | 97 802      | 98 658 | 99 514 | 00 370 | 01 226 | 02 082 | 02 939 | 21   | 10 843      | 11 727 | 12 610 | 13 494 | 14 378 | 15 262 | 16 146 |
| 22     | 2.97 02 939 | 03 795 | 04 651 | 05 508 | 06 364 | 07 221 | 08 078 | 22   | 16 146      | 17 030 | 17 914 | 18 798 | 19 682 | 20 567 | 21 451 |
| 23     | 08 078      | 08 934 | 09 791 | 10 648 | 11 505 | 12 362 | 13 220 | 23   | 21 451      | 22 335 | 23 220 | 24 105 | 24 989 | 25 874 | 26 759 |
| 24     | 13 220      | 14 077 | 14 934 | 15 792 | 16 649 | 17 507 | 18 364 | 24   | 26 759      | 27 644 | 28 529 | 29 414 | 30 299 | 31 185 | 32 070 |
| 25     | 2.97 18 364 | 19 222 | 20 080 | 20 937 | 21 795 | 22 653 | 23 511 | 25   | 3.00 32 070 | 32 956 | 33 841 | 34 727 | 35 612 | 36 498 | 37 384 |
| 26     | 23 511      | 24 370 | 25 228 | 26 086 | 26 944 | 27 803 | 28 661 | 26   | 37 384      | 38 270 | 39 156 | 40 042 | 40 928 | 41 814 | 42 701 |
| 27     | 28 661      | 29 520 | 30 379 | 31 237 | 32 096 | 32 955 | 33 814 | 27   | 42 701      | 43 587 | 44 474 | 45 360 | 46 247 | 47 134 | 48 020 |
| 28     | 33 814      | 34 673 | 35 532 | 36 391 | 37 251 | 38 110 | 38 970 | 28   | 48 020      | 48 907 | 49 794 | 50 681 | 51 568 | 52 455 | 53 343 |
| 29     | 38 970      | 39 829 | 40 689 | 41 548 | 42 408 | 43 268 | 44 128 | 29   | 53 343      | 54 230 | 55 118 | 56 005 | 56 893 | 57 780 | 58 668 |
| 30     | 2.97 44 128 | 44 988 | 45 848 | 46 708 | 47 568 | 48 428 | 49 288 | 30   | 3.00 58 668 | 59 556 | 60 444 | 61 332 | 62 220 | 63 108 | 63 996 |
| 31     | 49 288      | 50 149 | 51 009 | 51 870 | 52 730 | 53 591 | 54 452 | 31   | 63 996      | 64 885 | 65 773 | 66 661 | 67 550 | 68 439 | 69 327 |
| 32     | 54 452      | 55 313 | 56 174 | 57 035 | 57 896 | 58 757 | 59 618 | 32   | 69 327      | 70 216 | 71 105 | 71 994 | 72 883 | 73 772 | 74 661 |
| 33     | 59 618      | 60 480 | 61 341 | 62 202 | 63 064 | 63 926 | 64 787 | 33   | 74 661      | 75 550 | 76 440 | 77 329 | 78 219 | 79 108 | 79 998 |
| 34     | 64 787      | 65 649 | 66 511 | 67 373 | 68 235 | 69 097 | 69 959 | 34   | 79 998      | 80 888 | 81 777 | 82 667 | 83 557 | 84 447 | 85 338 |
| 35     | 2.97 69 959 | 70 821 | 71 683 | 72 546 | 73 408 | 74 271 | 75 133 | 35   | 3.00 85 338 | 86 228 | 87 118 | 88 008 | 88 899 | 89 789 | 90 680 |
| 36     | 75 133      | 75 996 | 76 859 | 77 722 | 78 584 | 79 447 | 80 310 | 36   | 90 680      | 91 571 | 92 462 | 93 352 | 94 243 | 95 134 | 96 026 |
| 37     | 80 310      | 81 174 | 82 037 | 82 900 | 83 763 | 84 627 | 85 490 | 37   | 96 026      | 96 917 | 97 808 | 98 699 | 99 591 | 00 482 | 01 374 |
| 38     | 85 490      | 86 354 | 87 218 | 88 081 | 88 945 | 89 809 | 90 673 | 38   | 3.01 01 374 | 02 265 | 03 157 | 04 049 | 04 941 | 05 833 | 06 725 |
| 39     | 90 673      | 91 537 | 92 401 | 93 265 | 94 130 | 94 994 | 95 858 | 39   | 06 725      | 07 617 | 08 509 | 09 402 | 10 294 | 11 186 | 12 079 |
| 40     | 2.97 95 858 | 96 723 | 97 587 | 98 452 | 99 317 | 00 182 | 01 046 | 40   | 3.01 12 079 | 12 972 | 13 864 | 14 757 | 15 650 | 16 543 | 17 436 |
| 41     | 2.98 01 046 | 01 911 | 02 776 | 03 641 | 04 507 | 05 372 | 06 237 | 41   | 17 436      | 18 329 | 19 222 | 20 116 | 21 009 | 21 902 | 22 796 |
| 42     | 06 237      | 07 103 | 07 968 | 08 834 | 09 699 | 10 565 | 11 431 | 42   | 22 796      | 23 689 | 24 583 | 25 477 | 26 371 | 27 265 | 28 159 |
| 43     | 11 431      | 12 297 | 13 163 | 14 029 | 14 895 | 15 761 | 16 627 | 43   | 28 159      | 29 053 | 29 947 | 30 841 | 31 735 | 32 630 | 33 524 |
| 44     | 16 627      | 17 493 | 18 360 | 19 226 | 20 093 | 20 959 | 21 826 | 44   | 33 524      | 34 419 | 35 313 | 36 208 | 37 103 | 37 998 | 38 893 |
| 45     | 2.98 21 826 | 22 693 | 23 560 | 24 427 | 25 294 | 26 161 | 27 028 | 45   | 3.01 38 893 | 39 788 | 40 683 | 41 578 | 42 473 | 43 369 | 44 264 |
| 46     | 27 028      | 27 895 | 28 762 | 29 630 | 30 497 | 31 365 | 32 233 | 46   | 44 264      | 45 160 | 46 055 | 46 951 | 47 847 | 48 743 | 49 639 |
| 47     | 32 233      | 33 100 | 33 968 | 34 836 | 35 704 | 36 572 | 37 440 | 47   | 49 639      | 50 535 | 51 431 | 52 327 | 53 223 | 54 119 | 55 016 |
| 48     | 37 440      | 38 308 | 39 176 | 40 045 | 40 913 | 41 781 | 42 650 | 48   | 55 016      | 55 912 | 56 809 | 57 706 | 58 602 | 59 499 | 60 396 |
| 49     | 42 650      | 43 519 | 44 387 | 45 256 | 46 125 | 46 994 | 47 863 | 49   | 60 396      | 61 293 | 62 190 | 63 087 | 63 984 | 64 882 | 65 779 |
| 50     | 2.98 47 863 | 48 732 | 49 601 | 50 470 | 51 339 | 52 209 | 53 078 | 50   | 3.01 65 779 | 66 677 | 67 574 | 68 472 | 69 369 | 70 267 | 71 165 |
| 51     | 53 078      | 53 948 | 54 817 | 55 687 | 56 557 | 57 427 | 58 297 | 51   | 71 165      | 72 063 | 72 961 | 73 859 | 74 757 | 75 656 | 76 554 |
| 52     | 58 297      | 59 167 | 60 037 | 60 907 | 61 777 | 62 647 | 63 518 | 52   | 76 554      | 77 453 | 78 351 | 79 250 | 80 148 | 81 047 | 81 946 |
| 53     | 63 518      | 64 388 | 65 259 | 66 129 | 67 000 | 67 871 | 68 742 | 53   | 81 946      | 82 845 | 83 744 | 84 643 | 85 542 | 86 441 | 87 341 |
| 54     | 68 742      | 69 613 | 70 484 | 71 355 | 72 226 | 73 097 | 73 968 | 54   | 87 341      | 88 240 | 89 140 | 90 039 | 90 939 | 91 839 | 92 738 |
| 55     | 2.98 73 968 | 74 840 | 75 711 | 76 583 | 77 454 | 78 326 | 79 198 | 55   | 3.01 92 738 | 93 638 | 94 538 | 95 438 | 96 339 | 97 239 | 98 139 |
| 56     | 79 198      | 80 070 | 80 942 | 81 814 | 82 686 | 83 558 | 84 430 | 56   | 98 139      | 99 039 | 99 940 | 00 840 | 01 741 | 02 642 | 03 543 |
| 57     | 84 430      | 85 302 | 86 175 | 87 047 | 87 920 | 88 792 | 89 665 | 57   | 3.02 03 543 | 04 444 | 05 344 | 06 246 | 07 147 | 08 048 | 08 949 |
| 58     | 89 665      | 90 538 | 91 411 | 92 284 | 93 157 | 94 030 | 94 903 | 58   | 08 949      | 09 851 | 10 752 | 11 654 | 12 555 | 13 457 | 14 359 |
| 59     | 94 903      | 95 776 | 96 649 | 97 523 | 98 396 | 99 270 | 00 143 | 59   | 14 359      | 15 260 | 16 162 | 17 064 | 17 967 | 18 869 | 19 771 |

|   | 846   | 848   | 851   | 853   | 855   | 858   | 861   | 863   | 866   | 868   | 871   | 873   | 876   | 878   | 881   | 883   | 885   | 887   | 889   | 892   | 894   | 897   | 899   | 901   | 903   |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 84.6  | 84.8  | 85.1  | 85.3  | 85.5  | 85.8  | 86.1  | 86.3  | 86.6  | 86.8  | 87.1  | 87.3  | 87.6  | 87.8  | 88.1  | 88.3  | 88.5  | 88.7  | 88.9  | 89.2  | 89.4  | 89.7  | 89.9  | 90.1  | 90.3  | 1 |
| 2 | 169.2 | 169.6 | 170.2 | 170.6 | 171.0 | 171.6 | 172.2 | 172.6 | 173.2 | 173.6 | 174.2 | 174.6 | 175.2 | 175.6 | 176.2 | 176.6 | 177.0 | 177.4 | 177.8 | 178.4 | 178.8 | 179.4 | 179.8 | 180.2 | 180.6 | 2 |
| 3 | 253.8 | 254.4 | 255.3 | 255.9 | 256.5 | 257.4 | 258.3 | 258.9 | 259.8 | 260.4 | 261.3 | 261.9 | 262.8 | 263.4 | 264.3 | 264.9 | 265.5 | 266.1 | 266.7 | 267.6 | 268.2 | 269.1 | 269.7 | 270.3 | 270.9 | 3 |
| 4 | 338.4 | 339.2 | 340.4 | 341.2 | 342.0 | 343.2 | 344.4 | 345.5 | 346.4 | 347.2 | 348.4 | 349.9 | 350.4 | 351.2 | 352.4 | 353.9 | 354.0 | 354.8 | 355.6 | 356.8 | 357.6 | 358.8 | 359.6 | 360.4 | 361.2 | 4 |
| 5 | 423.0 | 424.0 | 425.5 | 426.5 | 427.5 | 429.0 | 430.5 | 431.5 | 433.0 | 434.0 | 435.5 | 436.5 | 438.0 | 439.0 | 440.5 | 441.5 | 442.5 | 443.5 | 444.5 | 446.0 | 447.0 | 448.5 | 449.5 | 450.5 | 451.5 | 5 |
| 6 | 507.6 | 508.8 | 510.6 | 512.8 | 515.4 | 518.8 | 521.9 | 525.0 | 528.6 | 532.8 | 538.5 | 543.6 | 549.8 | 558.6 | 569.8 | 583.2 | 593.2 | 603.2 | 613.2 | 623.2 | 634.2 | 646.2 | 659.2 | 673.2 | 687.2 | 6 |
| 7 | 592.2 | 593.6 | 595.7 | 597.1 | 598.5 | 600.6 | 602.7 | 604.1 | 606.2 | 607.6 | 609.7 | 611.1 | 613.2 | 614.6 | 616.7 | 618.1 | 619.5 | 620.9 | 622.3 | 624.4 | 625.8 | 627.9 | 629.3 | 630.7 | 632.1 | 7 |
| 8 | 676.8 | 678.4 | 680.8 | 683.4 | 686.4 | 688.6 | 688.8 | 690.6 | 692.8 | 694.4 | 696.8 | 698.7 | 700.8 | 702.4 | 704.8 | 706.4 | 708.0 | 709.6 | 711.2 | 713.6 | 715.7 | 717.9 | 720.8 | 723.4 | 726.8 | 8 |
| 9 | 761.4 | 763.3 | 765.9 | 769.1 | 773.5 | 778.2 | 779.4 | 776.7 | 779.8 | 783.2 | 788.9 | 794.7 | 798.7 | 800.2 | 799.9 | 799.7 | 799.4 | 798.5 | 798.3 | 800.1 | 802.8 | 804.6 | 807.3 | 809.1 | 812.9 | 9 |

## Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |        |        |        |      |             |        |        |        |        |        |  |  |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| 144°   |             |        |        |        |        |        |        | 145° |             |        |        |        |        |        |  |  |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    |  |  |
| 0      | 3.02 19 771 | 20 673 | 21 576 | 22 478 | 23 381 | 24 284 | 25 186 | 0    | 3.05 50 004 | 50 936 | 51 869 | 52 802 | 53 735 | 54 668 |  |  |
| 1      | 25 186      | 26 089 | 26 992 | 27 895 | 28 798 | 29 701 | 30 605 | 1    | 55 601      | 56 534 | 57 467 | 58 401 | 59 334 | 60 268 |  |  |
| 2      | 30 605      | 31 508 | 32 411 | 33 315 | 34 218 | 35 122 | 36 026 | 2    | 61 201      | 62 135 | 63 069 | 64 002 | 64 936 | 65 870 |  |  |
| 3      | 36 026      | 36 930 | 37 834 | 38 738 | 39 642 | 40 546 | 41 450 | 3    | 66 805      | 67 739 | 68 673 | 69 607 | 70 542 | 71 476 |  |  |
| 4      | 41 450      | 42 354 | 43 259 | 44 163 | 45 068 | 45 972 | 46 877 | 4    | 72 411      | 73 346 | 74 281 | 75 216 | 76 150 | 77 086 |  |  |
| 5      | 3.02 46 877 | 47 782 | 48 687 | 49 592 | 50 497 | 51 402 | 52 307 | 5    | 3.05 78 021 | 78 956 | 79 891 | 80 827 | 81 762 | 82 698 |  |  |
| 6      | 52 307      | 53 213 | 54 118 | 55 023 | 55 929 | 56 835 | 57 740 | 6    | 83 633      | 84 569 | 85 505 | 86 441 | 87 377 | 88 313 |  |  |
| 7      | 57 740      | 58 646 | 59 552 | 60 458 | 61 364 | 62 270 | 63 176 | 7    | 89 249      | 90 186 | 91 122 | 92 059 | 92 995 | 93 932 |  |  |
| 8      | 63 176      | 64 083 | 64 989 | 65 896 | 66 802 | 67 709 | 68 615 | 8    | 94 868      | 95 805 | 96 742 | 97 679 | 98 616 | 99 553 |  |  |
| 9      | 68 615      | 69 522 | 70 429 | 71 336 | 72 243 | 73 150 | 74 057 | 9    | 3.06 00 491 | 01 428 | 02 365 | 03 303 | 04 240 | 05 178 |  |  |
| 10     | 3.02 74 057 | 74 965 | 75 872 | 76 779 | 77 687 | 78 595 | 79 502 | 10   | 3.06 06 116 | 07 054 | 07 992 | 08 930 | 09 868 | 10 806 |  |  |
| 11     | 79 502      | 80 410 | 81 318 | 82 226 | 83 134 | 84 042 | 84 950 | 11   | 11 744      | 12 683 | 13 621 | 14 560 | 15 498 | 16 437 |  |  |
| 12     | 84 950      | 85 858 | 86 767 | 87 675 | 88 584 | 89 492 | 90 401 | 12   | 17 376      | 18 315 | 19 254 | 20 193 | 21 132 | 22 071 |  |  |
| 13     | 90 401      | 91 310 | 92 219 | 93 128 | 94 037 | 94 946 | 95 855 | 13   | 23 011      | 23 950 | 24 890 | 25 829 | 26 769 | 27 709 |  |  |
| 14     | 95 855      | 96 764 | 97 674 | 98 583 | 99 493 | 00 402 | 01 312 | 14   | 28 649      | 29 589 | 30 529 | 31 469 | 32 409 | 33 349 |  |  |
| 15     | 3.03 01 312 | 02 222 | 03 131 | 04 041 | 04 951 | 05 861 | 06 772 | 15   | 3.06 34 290 | 35 230 | 36 171 | 37 112 | 38 052 | 38 993 |  |  |
| 16     | 06 772      | 07 682 | 08 592 | 09 503 | 10 413 | 11 324 | 12 234 | 16   | 39 934      | 40 875 | 41 816 | 42 757 | 43 699 | 44 640 |  |  |
| 17     | 12 234      | 13 145 | 14 056 | 14 967 | 15 878 | 16 789 | 17 700 | 17   | 45 581      | 46 523 | 47 465 | 48 406 | 49 348 | 50 290 |  |  |
| 18     | 17 700      | 18 612 | 19 523 | 20 434 | 21 346 | 22 257 | 23 169 | 18   | 51 232      | 52 174 | 53 116 | 54 058 | 55 001 | 55 943 |  |  |
| 19     | 23 169      | 24 081 | 24 993 | 25 905 | 26 817 | 27 729 | 28 641 | 19   | 56 886      | 57 828 | 58 771 | 59 714 | 60 657 | 61 600 |  |  |
| 20     | 3.03 28 641 | 29 553 | 30 466 | 31 378 | 32 290 | 33 203 | 34 116 | 20   | 3.06 62 543 | 63 486 | 64 429 | 65 372 | 66 316 | 67 259 |  |  |
| 21     | 34 116      | 35 028 | 35 941 | 36 854 | 37 767 | 38 680 | 39 594 | 21   | 68 203      | 69 146 | 70 090 | 71 034 | 71 978 | 72 922 |  |  |
| 22     | 39 594      | 40 507 | 41 420 | 42 334 | 43 247 | 44 161 | 45 074 | 22   | 73 866      | 74 810 | 75 754 | 76 699 | 77 643 | 78 588 |  |  |
| 23     | 45 074      | 45 988 | 46 902 | 47 816 | 48 730 | 49 644 | 50 558 | 23   | 79 532      | 80 477 | 81 422 | 82 367 | 83 312 | 84 257 |  |  |
| 24     | 50 558      | 51 472 | 52 387 | 53 301 | 54 216 | 55 130 | 56 045 | 24   | 85 202      | 86 147 | 87 093 | 88 038 | 88 984 | 89 929 |  |  |
| 25     | 3.03 56 045 | 56 960 | 57 875 | 58 790 | 59 705 | 60 620 | 61 535 | 25   | 3.06 90 875 | 91 821 | 92 767 | 93 713 | 94 659 | 95 605 |  |  |
| 26     | 61 535      | 62 450 | 63 366 | 64 281 | 65 196 | 66 112 | 67 028 | 26   | 96 551      | 97 497 | 98 444 | 99 390 | 00 337 | 01 283 |  |  |
| 27     | 67 028      | 67 944 | 68 859 | 69 775 | 70 691 | 71 607 | 72 524 | 27   | 3.07 02 230 | 03 177 | 04 124 | 05 071 | 06 018 | 06 965 |  |  |
| 28     | 72 524      | 73 440 | 74 356 | 75 273 | 76 189 | 77 106 | 78 023 | 28   | 07 913      | 08 860 | 09 807 | 10 755 | 11 703 | 12 650 |  |  |
| 29     | 78 023      | 78 939 | 79 856 | 80 773 | 81 690 | 82 607 | 83 525 | 29   | 13 598      | 14 546 | 15 494 | 16 442 | 17 390 | 18 339 |  |  |
| 30     | 3.03 83 525 | 84 442 | 85 359 | 86 277 | 87 194 | 88 112 | 89 029 | 30   | 3.07 19 287 | 20 235 | 21 184 | 22 133 | 23 081 | 24 030 |  |  |
| 31     | 89 029      | 89 947 | 90 865 | 91 783 | 92 701 | 93 619 | 94 537 | 31   | 24 979      | 25 928 | 26 877 | 27 826 | 28 775 | 29 725 |  |  |
| 32     | 94 537      | 95 456 | 96 374 | 97 293 | 98 211 | 99 130 | 00 049 | 32   | 30 674      | 31 624 | 32 573 | 33 523 | 34 473 | 35 423 |  |  |
| 33     | 3.04 00 049 | 00 967 | 01 886 | 02 805 | 03 724 | 04 643 | 05 563 | 33   | 36 373      | 37 323 | 38 273 | 39 223 | 40 173 | 41 124 |  |  |
| 34     | 05 563      | 06 482 | 07 401 | 08 321 | 09 240 | 10 160 | 11 080 | 34   | 42 074      | 43 025 | 43 975 | 44 926 | 45 877 | 46 828 |  |  |
| 35     | 3.04 11 080 | 11 999 | 12 919 | 13 839 | 14 759 | 15 680 | 16 600 | 35   | 3.07 47 779 | 48 730 | 49 681 | 50 633 | 51 584 | 52 536 |  |  |
| 36     | 16 600      | 17 520 | 18 441 | 19 361 | 20 282 | 21 202 | 22 123 | 36   | 53 487      | 54 439 | 55 391 | 56 342 | 57 294 | 58 246 |  |  |
| 37     | 22 123      | 23 044 | 23 965 | 24 886 | 25 807 | 26 728 | 27 649 | 37   | 59 198      | 60 151 | 61 103 | 62 055 | 63 008 | 63 960 |  |  |
| 38     | 27 649      | 28 571 | 29 492 | 30 414 | 31 335 | 32 257 | 33 179 | 38   | 64 913      | 65 866 | 66 819 | 67 771 | 68 724 | 69 678 |  |  |
| 39     | 33 179      | 34 100 | 35 022 | 35 944 | 36 866 | 37 789 | 38 711 | 39   | 70 631      | 71 584 | 72 537 | 73 491 | 74 444 | 75 398 |  |  |
| 40     | 3.04 38 711 | 39 633 | 40 556 | 41 478 | 42 401 | 43 324 | 44 246 | 40   | 3.07 76 352 | 77 306 | 78 259 | 79 213 | 80 168 | 81 122 |  |  |
| 41     | 44 246      | 45 169 | 46 092 | 47 015 | 47 938 | 48 862 | 49 785 | 41   | 82 076      | 83 030 | 83 985 | 84 939 | 85 894 | 86 849 |  |  |
| 42     | 49 785      | 50 708 | 51 632 | 52 555 | 53 479 | 54 403 | 55 326 | 42   | 87 803      | 88 758 | 89 713 | 90 668 | 91 624 | 92 579 |  |  |
| 43     | 55 326      | 56 250 | 57 174 | 58 098 | 59 022 | 59 947 | 60 871 | 43   | 93 534      | 94 490 | 95 445 | 96 401 | 97 356 | 98 312 |  |  |
| 44     | 60 871      | 61 795 | 62 720 | 63 644 | 64 569 | 65 494 | 66 419 | 44   | 99 268      | 00 224 | 01 180 | 02 136 | 03 093 | 04 049 |  |  |
| 45     | 3.04 66 419 | 67 343 | 68 268 | 69 194 | 70 119 | 71 044 | 71 969 | 45   | 3.08 05 005 | 05 962 | 06 918 | 07 875 | 08 832 | 09 789 |  |  |
| 46     | 71 969      | 72 895 | 73 820 | 74 746 | 75 672 | 76 597 | 77 523 | 46   | 10 746      | 11 703 | 12 660 | 13 617 | 14 575 | 15 532 |  |  |
| 47     | 77 523      | 78 449 | 79 375 | 80 301 | 81 227 | 82 154 | 83 080 | 47   | 16 490      | 17 447 | 18 405 | 19 363 | 20 320 | 21 278 |  |  |
| 48     | 83 080      | 84 006 | 84 933 | 85 860 | 86 786 | 87 713 | 88 640 | 48   | 22 236      | 23 195 | 24 153 | 25 111 | 26 070 | 27 028 |  |  |
| 49     | 88 640      | 89 567 | 90 494 | 91 421 | 92 348 | 93 276 | 94 203 | 49   | 27 987      | 28 945 | 29 904 | 30 863 | 31 822 | 32 781 |  |  |
| 50     | 3.04 94 203 | 95 131 | 96 058 | 96 986 | 97 913 | 98 841 | 99 769 | 50   | 3.08 33 740 | 34 699 | 35 659 | 36 618 | 37 578 | 38 537 |  |  |
| 51     | 99 769      | 00 697 | 01 625 | 02 553 | 03 482 | 04 410 | 05 338 | 51   | 39 497      | 40 457 | 41 417 | 42 377 | 43 337 | 44 297 |  |  |
| 52     | 3.05 05 338 | 06 267 | 07 195 | 08 124 | 09 053 | 09 982 | 10 911 | 52   | 45 257      | 46 217 | 47 178 | 48 138 | 49 099 | 50 060 |  |  |
| 53     | 10 911      | 11 840 | 12 769 | 13 698 | 14 627 | 15 557 | 16 486 | 53   | 51 020      | 51 981 | 52 942 | 53 903 | 54 864 | 55 826 |  |  |
| 54     | 16 486      | 17 416 | 18 345 | 19 275 | 20 205 | 21 135 | 22 065 | 54   | 56 787      | 57 748 | 58 710 | 59 672 | 60 635 | 61 595 |  |  |
| 55     | 3.05 22 065 | 22 995 | 23 925 | 24 855 | 25 785 | 26 716 | 27 646 | 55   | 3.08 62 557 | 63 519 | 64 481 | 65 443 | 66 405 | 67 368 |  |  |
| 56     | 27 646      | 28 577 | 29 507 | 30 438 | 31 369 | 32 300 | 33 231 | 56   | 68 330      | 69 293 | 70 255 | 71 218 | 72 181 | 73 144 |  |  |
| 57     | 33 231      | 34 162 | 35 093 | 36 024 | 36 956 | 37 887 | 38 819 | 57   | 74 106      | 75 070 | 76 033 | 76 996 | 77 959 | 78 923 |  |  |
| 58     | 38 819      | 39 750 | 40 682 | 41 614 | 42 546 | 43 478 | 44 410 | 58   | 79 886      | 80 850 | 81 814 | 82 777 | 83 741 | 84 705 |  |  |
| 59     | 44 410      | 45 342 | 46 274 | 47 206 | 48 139 | 49 071 | 50 004 | 59   | 85 669      | 86 633 | 87 598 | 88 562 | 89 526 | 90 491 |  |  |

|   | 902   | 904   | 907   | 909   | 912   | 915   | 917   | 919   | 922   | 925   | 928   | 931   | 933   | 935   | 938   | 941   | 944   | 946   | 949   | 952   | 954   | 957   | 959   | 962   | 964   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 90.2  | 90.4  | 90.7  | 90.9  | 91.2  | 91.5  | 91.7  | 91.9  | 92.2  | 92.5  | 92.8  | 93.1  | 93.3  | 93.5  | 93.8  | 94.1  | 94.4  | 94.6  | 94.9  | 95.2  | 95.4  | 95.7  | 95.9  | 96.2  | 96.4  |
| 2 | 180.4 | 180.8 | 181.4 | 181.8 | 182.4 | 183.0 | 183.4 | 183.8 | 184.4 | 185.0 | 185.6 | 186.2 | 186.6 | 187.0 | 187.6 | 188.2 | 188.8 | 189.2 | 189.8 | 190.4 | 190.8 | 191.4 | 191.8 | 192.4 | 192.8 |
| 3 | 270.6 | 271.2 | 272.1 | 272.7 | 273.6 | 274.5 | 275.1 | 275.7 | 276.6 | 277.5 | 278.4 | 279.3 | 279.9 | 280.5 | 281.4 | 282.3 | 283.2 | 283.8 | 284.7 | 285.6 | 286.2 | 287.1 | 287.7 | 288.6 | 289.1 |
| 4 | 360.8 | 361.6 | 362.8 | 363.6 | 364.8 | 366.0 | 366.8 | 367.6 | 368.8 | 370.0 | 371.2 | 372.4 | 373.3 | 374.0 | 375.4 | 376.7 | 377.6 | 378.4 | 379.6 | 380.6 | 381.6 | 382.8 | 383.6 | 384.8 | 386.1 |
| 5 | 451.0 | 452.0 | 453.3 | 454.5 | 456.0 | 457.5 | 458.5 | 459.5 | 461.0 | 462.5 | 464.0 | 465.5 | 466.5 | 467.5 | 469.0 | 470.5 | 472.0 | 473.0 | 474.5 | 476.0 | 477.0 | 478.5 | 479.5 | 481.0 | 481.5 |
| 6 | 541.7 | 542.4 | 543.5 | 544.5 | 546.7 | 549.0 | 550.2 | 551.4 | 553.2 | 555.0 | 556.8 | 559.5 | 561.0 | 562.6 | 564.6 | 566.4 | 568.2 | 569.4 | 571.2 | 572.4 | 574.2 | 575.4 | 577.2 | 579.1 | 580.7 |
| 7 | 631.1 | 633.8 | 634.9 | 636.3 | 638.4 | 640.5 | 641.9 | 643.3 | 645.4 | 647.5 | 649.6 | 651.7 | 653.1 | 654.5 | 656.6 | 658.7 | 660.8 | 662.2 | 664.3 | 666.4 | 667.8 | 669.9 | 671.3 | 673.4 | 675.7 |
| 8 | 721.6 | 723.2 | 725.6 | 727.2 | 729.6 | 732.0 | 733.6 | 735.7 | 737.6 | 740.0 | 742.4 | 744.8 | 746.4 | 748.0 | 750.5 | 752.8 | 755.2 | 756.8 | 759.2 | 761.6 | 763.2 | 765.6 | 767.7 | 769.7 | 771.7 |
| 9 | 811.8 | 813.6 | 816.3 | 818.1 | 820.7 | 823.5 | 825.3 | 827.1 | 829.8 | 832.5 | 835.9 | 837.9 | 839.7 | 841.5 | 844.2 | 846.8 | 849.6 | 851.4 | 854.1 | 856.8 | 859.6 | 861.3 | 863.1 | 865.8 | 868.1 |



Tafel IV.

log M.

| 146° |             |        |        |         |         |         |         | 147° |             |         |         |         |         |         |         |
|------|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0'   | 3.08 91 456 | 92 420 | 93 385 | 94 350  | 95 315  | 96 280  | 97 245  | 0'   | 3.12 44 793 | 45 792  | 46 790  | 47 789  | 48 788  | 49 787  | 50 787  |
| 1    | 97 245      | 98 210 | 99 176 | 100 141 | 101 107 | 102 072 | 103 038 | 1    | 50 787      | 51 786  | 52 785  | 53 785  | 54 784  | 55 784  | 56 784  |
| 2    | 3.09 03 038 | 04 004 | 04 970 | 05 936  | 06 902  | 07 868  | 08 834  | 2    | 56 784      | 57 784  | 58 784  | 59 784  | 60 784  | 61 784  | 62 784  |
| 3    | 08 834      | 09 801 | 10 767 | 11 734  | 12 700  | 13 667  | 14 634  | 3    | 62 784      | 63 785  | 64 785  | 65 786  | 66 787  | 67 788  | 68 789  |
| 4    | 14 634      | 15 601 | 16 568 | 17 535  | 18 502  | 19 469  | 20 437  | 4    | 68 789      | 69 790  | 70 791  | 71 792  | 72 793  | 73 795  | 74 796  |
| 5    | 3.09 20 437 | 21 404 | 22 372 | 23 339  | 24 307  | 25 275  | 26 243  | 5    | 3.12 74 796 | 75 798  | 76 800  | 77 802  | 78 803  | 79 806  | 80 808  |
| 6    | 26 243      | 27 211 | 28 179 | 29 147  | 30 116  | 31 084  | 32 052  | 6    | 80 808      | 81 810  | 82 812  | 83 815  | 84 817  | 85 820  | 86 822  |
| 7    | 32 052      | 33 021 | 33 990 | 34 958  | 35 927  | 36 896  | 37 865  | 7    | 86 822      | 87 825  | 88 828  | 89 831  | 90 834  | 91 837  | 92 841  |
| 8    | 37 865      | 38 834 | 39 804 | 40 773  | 41 742  | 42 712  | 43 681  | 8    | 92 841      | 93 844  | 94 848  | 95 851  | 96 855  | 97 859  | 98 863  |
| 9    | 43 681      | 44 651 | 45 621 | 46 591  | 47 561  | 48 531  | 49 501  | 9    | 98 863      | 99 867  | 100 871 | 101 875 | 102 879 | 103 883 | 104 888 |
| 10   | 3.09 49 501 | 50 471 | 51 441 | 52 412  | 53 382  | 54 353  | 55 324  | 10   | 3.13 04 888 | 05 892  | 06 897  | 07 902  | 08 907  | 09 912  | 10 917  |
| 11   | 55 324      | 56 295 | 57 265 | 58 236  | 59 207  | 60 179  | 61 150  | 11   | 10 917      | 11 922  | 12 927  | 13 933  | 14 938  | 15 944  | 16 949  |
| 12   | 61 150      | 62 121 | 63 093 | 64 064  | 65 036  | 66 008  | 67 979  | 12   | 16 949      | 17 955  | 18 961  | 19 967  | 20 973  | 21 979  | 22 985  |
| 13   | 66 979      | 67 951 | 68 923 | 69 895  | 70 868  | 71 840  | 72 812  | 13   | 22 985      | 23 992  | 24 998  | 26 005  | 27 011  | 28 018  | 29 025  |
| 14   | 72 812      | 73 785 | 74 757 | 75 730  | 76 703  | 77 675  | 78 648  | 14   | 29 025      | 30 032  | 31 039  | 32 046  | 33 053  | 34 060  | 35 068  |
| 15   | 3.09 78 648 | 79 621 | 80 595 | 81 568  | 82 541  | 83 514  | 84 488  | 15   | 3.13 35 068 | 36 075  | 37 083  | 38 091  | 39 099  | 40 106  | 41 114  |
| 16   | 84 488      | 85 461 | 86 435 | 87 409  | 88 383  | 89 357  | 90 331  | 16   | 41 114      | 42 123  | 43 131  | 44 139  | 45 148  | 46 156  | 47 165  |
| 17   | 90 331      | 91 305 | 92 279 | 93 253  | 94 228  | 95 202  | 96 177  | 17   | 47 165      | 48 173  | 49 182  | 50 191  | 51 200  | 52 209  | 53 218  |
| 18   | 96 177      | 97 152 | 98 126 | 99 101  | 100 076 | 101 051 | 102 027 | 18   | 53 218      | 54 228  | 55 237  | 56 247  | 57 256  | 58 266  | 59 276  |
| 19   | 3.10 02 027 | 03 002 | 03 977 | 04 953  | 05 928  | 06 904  | 07 880  | 19   | 59 276      | 60 286  | 61 296  | 62 306  | 63 316  | 64 326  | 65 337  |
| 20   | 3.10 07 880 | 08 855 | 09 831 | 10 807  | 11 783  | 12 760  | 13 736  | 20   | 3.13 65 337 | 66 347  | 67 358  | 68 368  | 69 379  | 70 390  | 71 401  |
| 21   | 13 736      | 14 712 | 15 689 | 16 665  | 17 642  | 18 619  | 19 596  | 21   | 71 401      | 72 412  | 73 423  | 74 435  | 75 446  | 76 458  | 77 469  |
| 22   | 19 596      | 20 572 | 21 550 | 22 527  | 23 504  | 24 481  | 25 459  | 22   | 77 469      | 78 481  | 79 493  | 80 504  | 81 516  | 82 529  | 83 541  |
| 23   | 25 459      | 26 436 | 27 414 | 28 391  | 29 369  | 30 347  | 31 325  | 23   | 83 541      | 84 553  | 85 565  | 86 578  | 87 590  | 88 603  | 89 616  |
| 24   | 31 325      | 32 303 | 33 281 | 34 260  | 35 238  | 36 216  | 37 195  | 24   | 89 616      | 90 629  | 91 642  | 92 655  | 93 668  | 94 681  | 95 695  |
| 25   | 3.10 37 195 | 38 173 | 39 152 | 40 131  | 41 110  | 42 089  | 43 068  | 25   | 3.13 95 695 | 96 708  | 97 722  | 98 735  | 99 749  | 100 763 | 101 777 |
| 26   | 43 068      | 44 047 | 45 027 | 46 006  | 46 985  | 47 965  | 48 945  | 26   | 3.14 01 777 | 02 791  | 03 805  | 04 820  | 05 834  | 06 849  | 07 863  |
| 27   | 48 945      | 49 924 | 50 904 | 51 884  | 52 864  | 53 844  | 54 825  | 27   | 07 863      | 08 878  | 09 893  | 10 907  | 11 922  | 12 937  | 13 953  |
| 28   | 54 825      | 55 805 | 56 785 | 57 766  | 58 746  | 59 727  | 60 708  | 28   | 13 953      | 14 968  | 15 983  | 16 999  | 18 014  | 19 030  | 20 046  |
| 29   | 60 708      | 61 689 | 62 670 | 63 651  | 64 632  | 65 613  | 66 595  | 29   | 20 046      | 21 062  | 22 078  | 23 094  | 24 110  | 25 126  | 26 143  |
| 30   | 3.10 66 595 | 67 576 | 68 558 | 69 539  | 70 521  | 71 503  | 72 485  | 30   | 3.14 26 143 | 27 159  | 28 176  | 29 192  | 30 209  | 31 226  | 32 243  |
| 31   | 72 485      | 73 467 | 74 449 | 75 431  | 76 413  | 77 396  | 78 378  | 31   | 32 243      | 33 260  | 34 277  | 35 295  | 36 312  | 37 329  | 38 347  |
| 32   | 78 378      | 79 361 | 80 344 | 81 326  | 82 309  | 83 292  | 84 275  | 32   | 38 347      | 39 365  | 40 382  | 41 400  | 42 418  | 43 436  | 44 455  |
| 33   | 84 275      | 85 258 | 86 242 | 87 225  | 88 209  | 89 192  | 90 176  | 33   | 44 455      | 45 473  | 46 491  | 47 510  | 48 528  | 49 547  | 50 566  |
| 34   | 90 176      | 91 159 | 92 143 | 93 127  | 94 111  | 95 095  | 96 079  | 34   | 50 566      | 51 585  | 52 604  | 53 623  | 54 642  | 55 661  | 56 681  |
| 35   | 3.10 96 079 | 97 064 | 98 048 | 99 033  | 100 017 | 101 002 | 102 987 | 35   | 3.14 56 681 | 57 700  | 58 720  | 59 739  | 60 759  | 61 779  | 62 799  |
| 36   | 3.11 01 987 | 02 972 | 03 957 | 04 942  | 05 927  | 06 912  | 07 897  | 36   | 62 799      | 63 819  | 64 839  | 65 860  | 66 880  | 67 901  | 68 921  |
| 37   | 07 897      | 08 883 | 09 868 | 10 854  | 11 840  | 12 825  | 13 811  | 37   | 68 921      | 69 942  | 70 963  | 71 984  | 73 005  | 74 026  | 75 047  |
| 38   | 13 811      | 14 797 | 15 783 | 16 770  | 17 756  | 18 742  | 19 729  | 38   | 75 047      | 76 068  | 77 090  | 78 111  | 79 133  | 80 155  | 81 176  |
| 39   | 19 729      | 20 715 | 21 702 | 22 689  | 23 676  | 24 663  | 25 650  | 39   | 81 176      | 82 198  | 83 220  | 84 242  | 85 265  | 86 287  | 87 309  |
| 40   | 3.11 25 650 | 26 632 | 27 624 | 28 611  | 29 599  | 30 586  | 31 574  | 40   | 3.14 87 309 | 88 332  | 89 355  | 90 377  | 91 400  | 92 423  | 93 446  |
| 41   | 31 574      | 32 562 | 33 550 | 34 537  | 35 525  | 36 514  | 37 502  | 41   | 93 446      | 94 469  | 95 493  | 96 516  | 97 539  | 98 563  | 99 586  |
| 42   | 37 502      | 38 490 | 39 478 | 40 467  | 41 456  | 42 444  | 43 433  | 42   | 99 586      | 100 610 | 101 634 | 102 658 | 103 682 | 104 706 | 105 730 |
| 43   | 43 433      | 44 422 | 45 411 | 46 400  | 47 389  | 48 378  | 49 368  | 43   | 3.15 05 730 | 06 755  | 07 779  | 08 804  | 09 828  | 10 853  | 11 878  |
| 44   | 49 368      | 50 357 | 51 347 | 52 336  | 53 326  | 54 316  | 55 306  | 44   | 11 878      | 12 903  | 13 928  | 14 953  | 15 979  | 17 004  | 18 029  |
| 45   | 3.11 55 306 | 56 296 | 57 286 | 58 276  | 59 266  | 60 257  | 61 247  | 45   | 3.15 18 029 | 19 055  | 20 081  | 21 106  | 22 132  | 23 158  | 24 184  |
| 46   | 61 247      | 62 238 | 63 229 | 64 219  | 65 210  | 66 201  | 67 192  | 46   | 24 184      | 25 211  | 26 237  | 27 263  | 28 290  | 29 316  | 30 343  |
| 47   | 67 192      | 68 183 | 69 175 | 70 166  | 71 157  | 72 149  | 73 141  | 47   | 30 343      | 31 370  | 32 397  | 33 424  | 34 451  | 35 478  | 36 505  |
| 48   | 73 141      | 74 132 | 75 124 | 76 116  | 77 107  | 78 100  | 79 093  | 48   | 36 505      | 37 533  | 38 560  | 39 588  | 40 615  | 41 643  | 42 671  |
| 49   | 79 093      | 80 085 | 81 077 | 82 070  | 83 062  | 84 055  | 85 048  | 49   | 42 671      | 43 699  | 44 727  | 45 756  | 46 784  | 47 812  | 48 841  |
| 50   | 3.11 85 048 | 86 041 | 87 034 | 88 027  | 89 020  | 90 013  | 91 007  | 50   | 3.15 48 841 | 49 870  | 50 898  | 51 927  | 52 956  | 53 985  | 55 014  |
| 51   | 91 007      | 92 000 | 93 994 | 94 987  | 95 975  | 96 969  | 97 961  | 51   | 55 014      | 56 043  | 57 073  | 58 102  | 59 132  | 60 161  | 61 191  |
| 52   | 96 969      | 97 963 | 98 957 | 99 952  | 100 946 | 101 940 | 102 935 | 52   | 61 191      | 62 221  | 63 251  | 64 281  | 65 311  | 66 342  | 67 372  |
| 53   | 3.12 02 935 | 03 929 | 04 924 | 05 919  | 06 914  | 07 909  | 08 904  | 53   | 67 372      | 68 402  | 69 433  | 70 464  | 71 494  | 72 525  | 73 556  |
| 54   | 08 904      | 09 899 | 10 895 | 11 890  | 12 886  | 13 881  | 14 877  | 54   | 73 556      | 74 587  | 75 619  | 76 650  | 77 681  | 78 713  | 79 744  |
| 55   | 3.12 14 877 | 15 873 | 16 869 | 17 865  | 18 861  | 19 857  | 20 853  | 55   | 3.15 79 744 | 80 776  | 81 808  | 82 840  | 83 872  | 84 904  | 85 936  |
| 56   | 20 853      | 21 849 | 22 846 | 23 842  | 24 839  | 25 836  | 26 833  | 56   | 85 936      | 86 969  | 88 001  | 89 034  | 90 066  | 91 099  | 92 132  |
| 57   | 26 833      | 27 830 | 28 827 | 29 824  | 30 821  | 31 819  | 32 816  | 57   | 92 132      | 93 165  | 94 198  | 95 231  | 96 264  | 97 298  | 98 331  |
| 58   | 32 816      | 33 814 | 34 811 | 35 809  | 36 807  | 37 805  | 38 803  | 58   | 98 331      | 99 365  | 100 398 | 101 432 | 102 466 | 103 500 | 104 534 |
| 59   | 38 803      | 39 801 | 40 799 | 41 797  | 42 796  | 43 794  | 44 793  | 59   | 3.16 04 534 | 05 568  | 06 602  | 07 637  | 08 671  | 09 706  | 10 741  |

|   | 964   | 967   | 969   | 972   | 975   | 978   | 981   | 984   | 987   | 991   | 994   | 997   | 999   | 1002  | 1005  | 1008  | 1011  | 1014  | 1017  | 1021  | 1024  | 1027  | 1029  | 1032  | 1035  |   |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 | 96.4  | 96.7  | 96.9  | 97.2  | 97.5  | 97.8  | 98.1  | 98.4  | 98.7  | 99.1  | 99.4  | 99.7  | 99.9  | 100.2 | 100.5 | 100.8 | 101.1 | 101.4 | 101.7 | 102.1 | 102.4 | 102.7 | 102.9 | 103.2 | 103.5 | 1 |
| 2 | 192.8 | 193.4 | 193.8 | 194.4 | 195.0 | 195.6 | 196.2 | 196.8 | 197.4 | 198.2 | 198.8 | 199.4 | 199.8 | 200.4 | 201.0 | 201.6 | 202.2 | 202.8 | 203.4 | 204.2 | 204.8 | 205.4 | 205.8 | 206.4 | 207.0 | 2 |
| 3 | 289.2 | 290.1 | 290.7 | 291.6 | 292.5 | 293.4 | 294.3 | 295.2 | 296.1 | 297.3 | 298.2 | 299.1 | 299.7 | 300.6 | 301.5 | 302.4 | 303.3 | 304.2 | 305.1 | 306.3 | 307.2 | 308.1 | 308.7 | 309.6 | 310.5 | 3 |
| 4 | 385.6 | 386.8 | 387.6 | 388.8 | 390.0 | 391.2 | 392.4 | 393.6 | 394.8 | 396.4 | 397.6 | 398.8 | 399.6 | 400.8 | 402.0 | 403.2 | 404.4 | 405.6 | 406.8 | 408.4 | 409.6 | 410.8 | 411.6 | 412.8 | 414.0 | 4 |
| 5 | 482.0 | 483.5 | 484.5 | 486.0 | 487.5 | 489.0 | 490.5 | 492.0 | 493.5 | 495.5 | 497.0 | 498.5 | 499.5 | 501.0 | 502.5 | 504.0 | 505.5 | 507.0 | 508.5 | 510.5 | 512.0 | 513.5 | 514.5 | 516.0 | 517.5 | 5 |
| 6 | 578.4 | 580.2 | 581.3 | 583.4 | 585.5 | 586.8 | 588.6 | 590.4 | 592.0 | 594.6 | 596.4 | 598.2 | 599.4 | 601.2 | 603.0 | 604.8 | 606.6 | 608.4 |       | 610.2 | 612.0 | 614.5 | 617.4 | 619.2 | 621.5 | 6 |
| 7 | 674.8 | 676.0 | 678.3 | 680.4 | 682.5 | 684.6 | 686.7 | 688.8 | 690.9 | 693.7 | 695.8 | 697.9 | 699.3 | 701.4 | 703.5 | 705.6 | 707.7 | 709.8 | 711.9 | 714.7 | 716.8 | 718.9 | 720.3 | 722.4 | 724.5 | 7 |
| 8 | 771.2 | 773.6 | 775.2 | 777.6 | 780.0 | 782.4 | 784.8 | 787.2 | 789.6 | 792.8 | 795.2 | 797.6 | 799.2 | 801.6 | 804.0 | 806.4 | 808.8 | 811.2 | 813.6 | 816.8 | 819.2 | 821.6 | 823.2 | 825.6 | 828.0 | 8 |
| 9 | 867.6 | 870.3 | 872.1 | 874.8 | 878.5 | 880.2 | 882.9 | 885.6 | 888.3 | 891.9 | 894.6 | 897.3 | 889.1 | 901.8 | 904.5 | 907.2 | 909.9 | 912.6 | 915.3 | 918.9 | 921.6 | 924.3 | 926.1 | 928.8 | 931.5 | 9 |

## Tafel IV.

| log M. |             |        |         |         |         |         |         |    |             |        |         |         |
|--------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----|-------------|--------|---------|---------|
| 1-18°  |             |        |         |         |         |         |         |    |             |        |         |         |
| r      | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | r  | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     |
| 0      | 3.16 10 741 | 11 775 | 12 810  | 13 845  | 14 880  | 15 916  | 16 951  | 0  | 3.19 09 090 | 91 163 | 92 237  | 93 310  |
| 1      | 16 951      | 17 986 | 19 022  | 20 058  | 21 093  | 22 129  | 23 165  | 1  | 96 531      | 97 605 | 98 679  | 99 753  |
| 2      | 23 165      | 24 201 | 25 237  | 26 274  | 27 310  | 28 346  | 29 383  | 2  | 3.20 02 976 | 04 050 | 05 125  | 06 200  |
| 3      | 29 383      | 30 420 | 31 456  | 32 493  | 33 530  | 34 567  | 35 604  | 3  | 09 424      | 10 500 | 11 575  | 12 650  |
| 4      | 35 604      | 36 642 | 37 679  | 38 717  | 39 754  | 40 792  | 41 830  | 4  | 15 877      | 16 953 | 18 029  | 19 105  |
| 5      | 3.16 41 830 | 42 868 | 43 906  | 44 944  | 45 982  | 47 020  | 48 059  | 5  | 3.20 22 334 | 23 411 | 24 487  | 25 564  |
| 6      | 48 059      | 49 097 | 50 136  | 51 175  | 52 214  | 53 253  | 54 292  | 6  | 28 795      | 29 872 | 30 949  | 32 027  |
| 7      | 54 292      | 55 331 | 56 370  | 57 409  | 58 449  | 59 488  | 60 528  | 7  | 35 259      | 36 337 | 37 415  | 38 493  |
| 8      | 60 528      | 61 568 | 62 608  | 63 648  | 64 688  | 65 728  | 66 768  | 8  | 41 728      | 42 807 | 43 885  | 44 964  |
| 9      | 66 768      | 67 809 | 68 849  | 69 890  | 70 931  | 71 971  | 73 012  | 9  | 48 201      | 49 280 | 50 359  | 51 439  |
| 10     | 3.16 73 012 | 74 053 | 75 095  | 76 136  | 77 177  | 78 219  | 79 260  | 10 | 3.20 54 678 | 55 757 | 56 837  | 57 917  |
| 11     | 79 260      | 80 302 | 81 344  | 82 386  | 83 428  | 84 470  | 85 512  | 11 | 61 158      | 62 239 | 63 319  | 64 400  |
| 12     | 85 512      | 86 554 | 87 596  | 88 639  | 89 682  | 90 724  | 91 767  | 12 | 67 643      | 68 724 | 69 805  | 70 887  |
| 13     | 91 767      | 92 810 | 93 853  | 94 896  | 95 939  | 96 983  | 98 026  | 13 | 74 132      | 75 213 | 76 295  | 77 377  |
| 14     | 98 026      | 99 070 | 100 113 | 101 157 | 102 201 | 103 245 | 104 289 | 14 | 80 624      | 81 707 | 82 789  | 83 872  |
| 15     | 3.17 04 289 | 05 333 | 06 378  | 07 422  | 08 466  | 09 511  | 10 556  | 15 | 3.20 87 121 | 88 204 | 89 288  | 90 371  |
| 16     | 10 556      | 11 601 | 12 645  | 13 690  | 14 736  | 15 781  | 16 826  | 16 | 93 622      | 94 706 | 95 790  | 96 874  |
| 17     | 16 826      | 17 872 | 18 917  | 19 963  | 21 009  | 22 054  | 23 100  | 17 | 3.21 00 127 | 01 211 | 02 296  | 03 381  |
| 18     | 23 100      | 24 146 | 25 193  | 26 239  | 27 285  | 28 332  | 29 378  | 18 | 06 636      | 07 721 | 08 806  | 09 891  |
| 19     | 29 378      | 30 425 | 31 472  | 32 519  | 33 566  | 34 613  | 35 660  | 19 | 13 148      | 14 234 | 15 320  | 16 406  |
| 20     | 3.17 35 660 | 36 708 | 37 755  | 38 803  | 39 850  | 40 898  | 41 946  | 20 | 3.21 19 665 | 20 752 | 21 839  | 22 925  |
| 21     | 41 946      | 42 994 | 44 042  | 45 090  | 46 138  | 47 187  | 48 235  | 21 | 26 186      | 27 274 | 28 361  | 29 448  |
| 22     | 48 235      | 49 284 | 50 333  | 51 381  | 52 430  | 53 479  | 54 528  | 22 | 32 711      | 33 799 | 34 887  | 35 975  |
| 23     | 54 528      | 55 578 | 56 627  | 57 676  | 58 726  | 59 776  | 60 825  | 23 | 39 240      | 40 329 | 41 418  | 42 506  |
| 24     | 60 825      | 61 875 | 62 925  | 63 975  | 65 026  | 66 076  | 67 126  | 24 | 45 774      | 46 863 | 47 952  | 49 042  |
| 25     | 3.17 67 126 | 68 177 | 69 227  | 70 278  | 71 329  | 72 380  | 73 431  | 25 | 3.21 52 311 | 53 401 | 54 491  | 55 581  |
| 26     | 73 431      | 74 482 | 75 533  | 76 585  | 77 636  | 78 688  | 79 739  | 26 | 58 852      | 59 943 | 61 033  | 62 124  |
| 27     | 79 739      | 80 791 | 81 843  | 82 895  | 83 947  | 84 999  | 86 052  | 27 | 65 397      | 66 489 | 67 580  | 68 672  |
| 28     | 86 052      | 87 104 | 88 157  | 89 209  | 90 262  | 91 315  | 92 368  | 28 | 71 947      | 73 039 | 74 131  | 75 223  |
| 29     | 92 368      | 93 421 | 94 474  | 95 527  | 96 581  | 97 634  | 98 688  | 29 | 78 500      | 79 593 | 80 686  | 81 779  |
| 30     | 3.17 98 688 | 99 742 | 100 795 | 101 849 | 102 903 | 103 957 | 105 012 | 30 | 3.21 85 058 | 86 151 | 87 245  | 88 338  |
| 31     | 3.18 05 012 | 06 066 | 07 120  | 08 175  | 09 230  | 10 284  | 11 339  | 31 | 91 619      | 92 714 | 93 808  | 94 902  |
| 32     | 11 339      | 12 394 | 13 449  | 14 505  | 15 560  | 16 615  | 17 671  | 32 | 98 185      | 99 280 | 100 375 | 101 470 |
| 33     | 17 671      | 18 726 | 19 782  | 20 838  | 21 894  | 22 950  | 24 006  | 33 | 3.22 04 755 | 05 850 | 06 946  | 08 042  |
| 34     | 24 006      | 25 062 | 26 119  | 27 175  | 28 232  | 29 289  | 30 345  | 34 | 11 329      | 12 425 | 13 521  | 14 618  |
| 35     | 3.18 30 345 | 31 402 | 32 459  | 33 516  | 34 574  | 35 631  | 36 688  | 35 | 3.22 17 907 | 19 004 | 20 101  | 21 198  |
| 36     | 36 688      | 37 746 | 38 804  | 39 861  | 40 919  | 41 977  | 43 035  | 36 | 24 489      | 25 587 | 26 684  | 27 782  |
| 37     | 43 035      | 44 094 | 45 152  | 46 210  | 47 269  | 48 327  | 49 386  | 37 | 31 076      | 32 174 | 33 272  | 34 370  |
| 38     | 49 386      | 50 445 | 51 504  | 52 563  | 53 622  | 54 681  | 55 741  | 38 | 37 666      | 38 765 | 39 864  | 40 963  |
| 39     | 55 741      | 56 800 | 57 860  | 58 920  | 59 979  | 61 039  | 62 099  | 39 | 44 261      | 45 360 | 46 460  | 47 559  |
| 40     | 3.18 62 099 | 63 159 | 64 220  | 65 280  | 66 341  | 67 401  | 68 462  | 40 | 3.22 50 859 | 51 959 | 53 060  | 54 160  |
| 41     | 68 462      | 69 523 | 70 583  | 71 644  | 72 705  | 73 767  | 74 828  | 41 | 57 462      | 58 563 | 59 664  | 60 765  |
| 42     | 74 828      | 75 889 | 76 951  | 78 013  | 79 074  | 80 136  | 81 198  | 42 | 64 069      | 65 171 | 66 272  | 67 374  |
| 43     | 81 198      | 82 260 | 83 322  | 84 385  | 85 447  | 86 510  | 87 572  | 43 | 70 680      | 71 782 | 72 885  | 73 987  |
| 44     | 87 572      | 88 635 | 89 698  | 90 761  | 91 824  | 92 887  | 93 950  | 44 | 77 295      | 78 398 | 79 501  | 80 605  |
| 45     | 3.18 93 950 | 95 014 | 96 077  | 97 141  | 98 204  | 99 268  | 100 332 | 45 | 3.22 83 915 | 85 018 | 86 122  | 87 226  |
| 46     | 3.19 00 332 | 01 396 | 02 460  | 03 525  | 04 589  | 05 653  | 06 718  | 46 | 90 538      | 91 643 | 92 747  | 93 852  |
| 47     | 06 718      | 07 783 | 08 847  | 09 912  | 10 977  | 12 042  | 13 108  | 47 | 97 166      | 98 271 | 99 376  | 100 482 |
| 48     | 13 108      | 14 173 | 15 238  | 16 304  | 17 370  | 18 435  | 19 501  | 48 | 3.23 03 798 | 04 904 | 06 010  | 07 115  |
| 49     | 19 501      | 20 567 | 21 633  | 22 699  | 23 766  | 24 832  | 25 899  | 49 | 10 434      | 11 540 | 12 647  | 13 754  |
| 50     | 3.19 25 899 | 26 965 | 28 032  | 29 099  | 30 166  | 31 233  | 32 300  | 50 | 3.23 17 074 | 18 181 | 19 289  | 20 396  |
| 51     | 32 300      | 33 367 | 34 435  | 35 502  | 36 570  | 37 638  | 38 705  | 51 | 23 719      | 24 826 | 25 934  | 27 042  |
| 52     | 38 705      | 39 773 | 40 841  | 41 910  | 42 978  | 44 046  | 45 115  | 52 | 30 367      | 31 476 | 32 584  | 33 693  |
| 53     | 45 115      | 46 183 | 47 252  | 48 321  | 49 390  | 50 459  | 51 528  | 53 | 37 020      | 38 129 | 39 239  | 40 348  |
| 54     | 51 528      | 52 597 | 53 667  | 54 736  | 55 806  | 56 875  | 57 945  | 54 | 43 677      | 44 787 | 45 897  | 47 007  |
| 55     | 3.19 57 945 | 59 015 | 60 085  | 61 155  | 62 225  | 63 296  | 64 366  | 55 | 3.23 50 338 | 51 449 | 52 559  | 53 670  |
| 56     | 64 366      | 65 437 | 66 507  | 67 578  | 68 649  | 69 720  | 70 791  | 56 | 57 004      | 58 115 | 59 226  | 60 338  |
| 57     | 70 791      | 71 862 | 72 934  | 74 005  | 75 077  | 76 148  | 77 220  | 57 | 63 673      | 64 785 | 65 897  | 67 009  |
| 58     | 77 220      | 78 292 | 79 364  | 80 435  | 81 508  | 82 581  | 83 653  | 58 | 70 347      | 71 460 | 72 572  | 73 685  |
| 59     | 83 653      | 84 726 | 85 798  | 86 871  | 87 944  | 89 017  | 90 090  | 59 | 77 025      | 78 138 | 79 252  | 80 365  |

| 1034 1037   | 1041 1044 | 1047 1051 | 1054 1057 | 1061 1064 | 1067 1071 | 1074 1077 | 1081 1084 | 1087 1091 | 1094 1097 | 1101 1104 | 1107 1111 | 1114 1117 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 1034 1037 | 1041 1044 | 1047 1051 | 1054 1057 | 1061 1064 | 1067 1071 | 1074 1077 | 1081 1084 | 1087 1091 | 1094 1097 | 1101 1104 | 1107 1111 | 1114 1117 |
| 2 2068 2071 | 2085 2088 | 2091 2100 | 2103 2114 | 2117 2128 | 2131 2142 | 2145 2156 | 2159 2170 | 2173 2184 | 2187 2198 | 2201 2212 | 2215 2226 | 2229 2240 |
| 3 3102 3105 | 3119 3122 | 3125 3136 | 3139 3150 | 3153 3164 | 3167 3178 | 3181 3192 | 3195 3206 | 3209 3220 | 3223 3234 | 3237 3248 | 3251 3262 | 3265 3276 |
| 4 4136 4139 | 4150 4153 | 4156 4167 | 4170 4181 | 4183 4194 | 4197 4208 | 4210 4221 | 4224 4235 | 4238 4249 | 4251 4262 | 4264 4275 | 4278 4289 | 4291 4302 |
| 5 5170 5173 | 5183 5186 | 5189 5200 | 5203 5214 | 5216 5227 | 5230 5241 | 5243 5254 | 5257 5268 | 5270 5281 | 5283 5294 | 5296 5307 | 5310 5321 | 5313 5324 |
| 6 6204 6207 | 6217 6220 | 6221 6232 | 6235 6246 | 6248 6259 | 6261 6272 | 6274 6285 | 6287 6298 | 6300 6311 | 6312 6323 | 6325 6336 | 6338 6349 | 6350 6361 |
| 7 7238 7241 | 7251 7254 | 7256 7267 | 7270 7281 | 7282 7293 | 7295 7306 | 7308 7319 | 7320 7331 | 7333 7344 | 7345 7356 | 7358 7369 | 7370 7381 | 7372 7383 |
| 8 8272 8275 | 8285 8288 | 8291 8302 | 8305 8316 | 8317 8328 | 8330 8341 | 8342 8353 | 8355 8366 | 8367 8378 | 8380 8391 | 8392 8403 | 8405 8416 | 8407 8418 |
| 9 9306 9309 | 9319 9322 | 9325 9336 | 9339 9350 | 9351 9362 | 9364 9375 | 9376 9387 | 9389 9400 | 9391 9402 | 9403 9414 | 9405 9416 | 9407 9418 | 9409 9420 |



Tafel IV.

log M.

| 150° |             |        |        |        |        |        |        | 151° |             |        |        |        |        |        |        |
|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0    | 3.23 83 707 | 84 821 | 85 935 | 87 050 | 88 164 | 89 279 | 90 394 | 0    | 3.27 92 543 | 93 701 | 94 858 | 96 016 | 97 175 | 98 333 | 99 491 |
| 1    | 90 394      | 91 508 | 92 623 | 93 738 | 94 854 | 95 969 | 97 084 | 1    | 99 491      | 00 650 | 01 809 | 02 967 | 04 126 | 05 285 | 06 445 |
| 2    | 97 084      | 98 200 | 99 315 | 00 431 | 01 547 | 02 663 | 03 779 | 2    | 3.28 06 445 | 07 604 | 08 763 | 09 923 | 11 083 | 12 242 | 13 402 |
| 3    | 3.24 03 779 | 04 895 | 06 012 | 07 128 | 08 245 | 09 362 | 10 478 | 3    | 13 402      | 14 562 | 15 723 | 16 883 | 18 043 | 19 204 | 20 365 |
| 4    | 10 478      | 11 595 | 12 712 | 13 830 | 14 947 | 16 064 | 17 182 | 4    | 20 365      | 21 525 | 22 686 | 23 847 | 25 009 | 26 170 | 27 331 |
| 5    | 3.24 17 182 | 18 299 | 19 417 | 20 535 | 21 653 | 22 771 | 23 889 | 5    | 3.28 27 331 | 28 493 | 29 655 | 30 816 | 31 978 | 33 141 | 34 303 |
| 6    | 23 889      | 25 008 | 26 126 | 27 245 | 28 364 | 29 482 | 30 601 | 6    | 34 303      | 35 465 | 36 628 | 37 790 | 38 953 | 40 116 | 41 279 |
| 7    | 30 601      | 31 720 | 32 840 | 33 959 | 35 078 | 36 198 | 37 317 | 7    | 41 279      | 42 442 | 43 605 | 44 768 | 45 932 | 47 095 | 48 259 |
| 8    | 37 317      | 38 437 | 39 557 | 40 677 | 41 797 | 42 917 | 44 038 | 8    | 48 259      | 49 423 | 50 587 | 51 751 | 52 915 | 54 080 | 55 244 |
| 9    | 44 038      | 45 158 | 46 279 | 47 400 | 48 520 | 49 641 | 50 763 | 9    | 55 244      | 56 409 | 57 573 | 58 738 | 59 903 | 61 068 | 62 234 |
| 10   | 3.24 50 763 | 51 884 | 53 005 | 54 126 | 55 248 | 56 370 | 57 491 | 10   | 3.28 62 234 | 63 399 | 64 564 | 65 730 | 66 896 | 68 062 | 69 228 |
| 11   | 57 491      | 58 613 | 59 735 | 60 858 | 61 980 | 63 102 | 64 225 | 11   | 69 228      | 70 394 | 71 560 | 72 726 | 73 893 | 75 060 | 76 226 |
| 12   | 64 225      | 65 347 | 66 470 | 67 593 | 68 716 | 69 839 | 70 962 | 12   | 76 226      | 77 393 | 78 560 | 79 727 | 80 895 | 82 062 | 83 230 |
| 13   | 70 962      | 72 086 | 73 209 | 74 333 | 75 456 | 76 580 | 77 704 | 13   | 83 230      | 84 397 | 85 565 | 86 733 | 87 901 | 89 069 | 90 238 |
| 14   | 77 704      | 78 828 | 79 952 | 81 077 | 82 201 | 83 325 | 84 450 | 14   | 90 238      | 91 406 | 92 574 | 93 743 | 94 912 | 96 081 | 97 250 |
| 15   | 3.24 84 450 | 85 575 | 86 700 | 87 825 | 88 950 | 90 075 | 91 201 | 15   | 3.28 97 250 | 98 419 | 99 588 | 00 758 | 01 927 | 03 097 | 04 267 |
| 16   | 91 201      | 92 326 | 93 452 | 94 577 | 95 703 | 96 829 | 97 955 | 16   | 3.29 04 267 | 05 437 | 06 607 | 07 777 | 08 948 | 10 118 | 11 289 |
| 17   | 97 955      | 99 081 | 00 208 | 01 334 | 02 461 | 03 587 | 04 714 | 17   | 11 289      | 12 459 | 13 630 | 14 801 | 15 972 | 17 143 | 18 315 |
| 18   | 3.25 04 714 | 05 841 | 06 968 | 08 095 | 09 223 | 10 350 | 11 477 | 18   | 18 315      | 19 486 | 20 658 | 21 830 | 23 002 | 24 174 | 25 346 |
| 19   | 11 477      | 12 605 | 13 733 | 14 861 | 15 989 | 17 117 | 18 245 | 19   | 25 346      | 26 518 | 27 690 | 28 863 | 30 035 | 31 208 | 32 381 |
| 20   | 3.25 18 245 | 19 373 | 20 502 | 21 631 | 22 759 | 23 888 | 25 017 | 20   | 3.29 32 381 | 33 554 | 34 727 | 35 901 | 37 074 | 38 248 | 39 421 |
| 21   | 25 017      | 26 146 | 27 275 | 28 405 | 29 534 | 30 664 | 31 793 | 21   | 39 421      | 40 595 | 41 769 | 42 943 | 44 117 | 45 292 | 46 466 |
| 22   | 31 793      | 32 923 | 34 053 | 35 183 | 36 313 | 37 443 | 38 572 | 22   | 46 466      | 47 641 | 48 815 | 49 990 | 51 165 | 52 340 | 53 515 |
| 23   | 38 572      | 39 704 | 40 835 | 41 966 | 43 097 | 44 228 | 45 359 | 23   | 53 515      | 54 691 | 55 866 | 57 042 | 58 217 | 59 393 | 60 569 |
| 24   | 45 359      | 46 490 | 47 621 | 48 753 | 49 884 | 51 016 | 52 148 | 24   | 60 569      | 61 745 | 62 922 | 64 098 | 65 274 | 66 451 | 67 628 |
| 25   | 3.25 52 148 | 53 280 | 54 412 | 55 544 | 56 677 | 57 809 | 58 942 | 25   | 3.29 67 628 | 68 805 | 69 982 | 71 159 | 72 336 | 73 514 | 74 691 |
| 26   | 58 942      | 60 074 | 61 207 | 62 340 | 63 473 | 64 606 | 65 740 | 26   | 74 691      | 75 869 | 77 047 | 78 224 | 79 403 | 80 581 | 81 759 |
| 27   | 65 740      | 66 873 | 68 007 | 69 140 | 70 274 | 71 408 | 72 542 | 27   | 81 759      | 82 937 | 84 116 | 85 295 | 86 474 | 87 652 | 88 831 |
| 28   | 72 542      | 73 676 | 74 810 | 75 945 | 77 079 | 78 214 | 79 349 | 28   | 88 832      | 90 011 | 91 190 | 92 370 | 93 549 | 94 729 | 95 909 |
| 29   | 79 349      | 80 483 | 81 618 | 82 754 | 83 889 | 85 024 | 86 160 | 29   | 95 909      | 97 089 | 98 269 | 99 449 | 00 630 | 01 810 | 02 991 |
| 30   | 3.25 86 160 | 87 295 | 88 431 | 89 567 | 90 703 | 91 839 | 92 975 | 30   | 3.30 02 991 | 04 171 | 05 352 | 06 533 | 07 715 | 08 896 | 10 077 |
| 31   | 92 975      | 94 111 | 95 248 | 96 384 | 97 521 | 98 658 | 99 795 | 31   | 10 077      | 11 259 | 12 440 | 13 622 | 14 804 | 15 986 | 17 168 |
| 32   | 99 795      | 00 932 | 02 069 | 03 206 | 04 344 | 05 481 | 06 619 | 32   | 17 168      | 18 351 | 19 533 | 20 716 | 21 899 | 23 081 | 24 264 |
| 33   | 3.26 06 619 | 07 757 | 08 895 | 10 033 | 11 171 | 12 309 | 13 447 | 33   | 24 264      | 25 448 | 26 631 | 27 814 | 28 998 | 30 181 | 31 365 |
| 34   | 13 447      | 14 586 | 15 724 | 16 863 | 18 002 | 19 141 | 20 280 | 34   | 31 365      | 32 549 | 33 733 | 34 917 | 36 101 | 37 286 | 38 470 |
| 35   | 3.26 20 280 | 21 419 | 22 559 | 23 698 | 24 838 | 25 978 | 27 118 | 35   | 3.30 38 470 | 39 655 | 40 840 | 42 025 | 43 210 | 44 395 | 45 580 |
| 36   | 27 118      | 28 258 | 29 398 | 30 538 | 31 678 | 32 819 | 33 959 | 36   | 45 580      | 46 766 | 47 951 | 49 137 | 50 323 | 51 509 | 52 695 |
| 37   | 33 959      | 35 100 | 36 241 | 37 382 | 38 523 | 39 664 | 40 805 | 37   | 52 695      | 53 881 | 55 068 | 56 254 | 57 441 | 58 628 | 59 814 |
| 38   | 40 805      | 41 947 | 43 088 | 44 230 | 45 372 | 46 514 | 47 656 | 38   | 59 814      | 61 001 | 62 189 | 63 376 | 64 563 | 65 751 | 66 939 |
| 39   | 47 656      | 48 798 | 49 940 | 51 083 | 52 225 | 53 368 | 54 511 | 39   | 66 939      | 68 126 | 69 314 | 70 502 | 71 691 | 72 879 | 74 067 |
| 40   | 3.26 54 511 | 55 654 | 56 797 | 57 940 | 59 083 | 60 227 | 61 370 | 40   | 3.30 74 067 | 75 256 | 76 445 | 77 634 | 78 823 | 80 012 | 81 201 |
| 41   | 61 370      | 62 514 | 63 657 | 64 801 | 65 945 | 67 090 | 68 234 | 41   | 81 201      | 82 390 | 83 580 | 84 770 | 85 959 | 87 149 | 88 339 |
| 42   | 68 234      | 69 378 | 70 523 | 71 667 | 72 812 | 73 957 | 75 102 | 42   | 88 339      | 89 530 | 90 720 | 91 910 | 93 101 | 94 292 | 95 482 |
| 43   | 75 102      | 76 247 | 77 392 | 78 538 | 79 683 | 80 829 | 81 975 | 43   | 95 482      | 96 673 | 97 864 | 99 056 | 00 247 | 01 439 | 02 630 |
| 44   | 81 975      | 83 120 | 84 266 | 85 413 | 86 559 | 87 705 | 88 852 | 44   | 3.31 02 630 | 03 822 | 05 014 | 06 206 | 07 398 | 08 590 | 09 783 |
| 45   | 3.26 88 852 | 89 998 | 91 145 | 92 292 | 93 439 | 94 586 | 95 733 | 45   | 3.31 09 783 | 10 975 | 12 168 | 13 361 | 14 554 | 15 747 | 16 940 |
| 46   | 95 733      | 96 880 | 98 028 | 99 175 | 00 323 | 01 471 | 02 619 | 46   | 16 940      | 18 133 | 19 327 | 20 520 | 21 714 | 22 908 | 24 102 |
| 47   | 3.27 02 619 | 03 767 | 04 915 | 06 064 | 07 212 | 08 361 | 09 509 | 47   | 24 102      | 25 296 | 26 490 | 27 685 | 28 879 | 30 074 | 31 269 |
| 48   | 09 509      | 10 658 | 11 807 | 12 956 | 14 105 | 15 255 | 16 404 | 48   | 31 269      | 32 464 | 33 659 | 34 854 | 36 049 | 37 244 | 38 440 |
| 49   | 16 404      | 17 554 | 18 703 | 19 853 | 21 003 | 22 153 | 23 303 | 49   | 38 440      | 39 636 | 40 832 | 42 028 | 43 224 | 44 420 | 45 617 |
| 50   | 3.27 23 303 | 24 454 | 25 604 | 26 755 | 27 905 | 29 056 | 30 207 | 50   | 3.31 45 617 | 46 813 | 48 010 | 49 207 | 50 404 | 51 601 | 52 798 |
| 51   | 30 207      | 31 358 | 32 509 | 33 661 | 34 812 | 35 964 | 37 115 | 51   | 52 798      | 53 995 | 55 193 | 56 390 | 57 588 | 58 786 | 59 984 |
| 52   | 37 115      | 38 267 | 39 419 | 40 571 | 41 723 | 42 876 | 44 028 | 52   | 59 984      | 61 182 | 62 380 | 63 579 | 64 777 | 65 976 | 67 175 |
| 53   | 44 028      | 45 181 | 46 333 | 47 486 | 48 639 | 49 792 | 50 945 | 53   | 67 175      | 68 374 | 69 573 | 70 772 | 71 971 | 73 171 | 74 370 |
| 54   | 50 945      | 52 099 | 53 252 | 54 406 | 55 559 | 56 713 | 57 867 | 54   | 74 370      | 75 570 | 76 770 | 77 970 | 79 170 | 80 370 | 81 570 |
| 55   | 3.27 57 867 | 59 021 | 60 175 | 61 329 | 62 484 | 63 638 | 64 793 | 55   | 3.31 81 570 | 82 771 | 83 972 | 85 172 | 86 373 | 87 574 | 88 776 |
| 56   | 64 793      | 65 948 | 67 103 | 68 258 | 69 413 | 70 568 | 71 724 | 56   | 88 776      | 89 977 | 91 178 | 92 380 | 93 582 | 94 784 | 95 986 |
| 57   | 71 724      | 72 879 | 74 035 | 75 191 | 76 347 | 77 503 | 78 659 | 57   | 95 986      | 97 188 | 98 390 | 99 592 | 00 795 | 01 998 | 03 200 |
| 58   | 78 659      | 79 815 | 80 972 | 82 128 | 83 285 | 84 442 | 85 599 | 58   | 3.32 03 200 | 04 403 | 05 606 | 06 810 | 08 013 | 09 216 | 10 420 |
| 59   | 85 599      | 86 756 | 87 913 | 89 070 | 90 227 | 91 385 | 92 543 | 59   | 10 420      | 11 624 | 12 828 | 14 032 | 15 236 | 16 440 | 17 644 |

| 1114   | 1117   | 1121   | 1125   | 1128   | 1132   | 1136   | 1139   | 1143   | 1147   | 1151   | 1154   | 1158   | 1162   | 1166   | 1169   | 1173   | 1177   | 1181   | 1185   | 1189   | 1193   | 1197   | 1201   | 1204   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 111.4  | 111.7  | 112.1  | 112.5  | 112.8  | 113.2  | 113.6  | 113.9  | 114.3  | 114.7  | 115.1  | 115.4  | 115.8  | 116.2  | 116.6  | 116.9  | 117.3  | 117.7  | 118.1  | 118.5  | 118.9  | 119.3  | 119.7  | 120.1  | 120.4  |
| 222.8  | 223.4  | 224.2  | 225.0  | 225.6  | 226.4  | 227.2  | 227.8  | 228.6  | 229.4  | 230.2  | 230.8  | 231.6  | 232.4  | 233.2  | 233.8  | 234.6  | 235.4  | 236.2  | 237.0  | 237.8  | 238.6  | 239.4  | 240.2  | 240.8  |
| 334.7  | 335.1  | 336.3  | 337.5  | 338.4  | 339.6  | 340.8  | 341.7  | 342.9  | 344.1  | 345.3  | 346.2  | 347.4  | 348.6  | 349.8  | 350.7  | 351.9  | 353.1  | 354.3  | 355.5  | 356.7  | 357.9  | 359.1  | 360.3  | 361.2  |
| 445.6  | 446.8  | 448.4  | 450.0  | 451.2  | 452.8  | 454.4  | 455.6  | 457.5  | 458.8  | 460.4  | 461.6  | 463.2  | 464.8  | 466.4  | 467.6  | 469.2  | 470.8  | 472.4  | 474.0  | 475.6  | 477.2  | 478.8  | 480.4  | 481.6  |
| 557.0  | 558.5  | 560.5  | 562.5  | 564.0  | 566.0  | 568.0  | 569.5  | 571.5  | 573.5  | 575.5  | 577.0  | 579.0  | 581.0  | 583.0  | 584.5  | 586.5  | 588.5  | 590.5  | 592.5  | 594.5  | 596.5  | 598.5  | 600.5  | 602.0  |
| 668.4  | 670.2  | 672.6  | 675.0  | 676.8  | 679.2  | 681.6  | 683.4  | 685.8  | 688.2  | 690.6  | 692.9  | 694.8  | 697.0  | 699.6  | 701.5  | 703.8  | 706.2  | 708.6  | 711.0  | 713.4  | 715.8  | 718.2  | 720.6  | 722.5  |
| 779.8  | 781.9  | 784.7  | 787.5  | 789.6  | 792.4  | 795.2  | 797.3  | 800.1  | 802.6  | 805.7  | 807.8  | 810.6  | 813.4  | 816.2  | 818.3  | 821.1  | 823.0  | 826.7  | 829.5  | 832.3  | 835.1  | 837.9  | 840.7  | 842.8  |
| 891.2  | 893.6  | 896.8  | 900.0  | 902.4  | 905.6  | 908.8  | 912.1  | 914.4  | 917.6  | 920.8  | 923.8  | 926.4  | 929.6  | 932.8  | 935.4  | 938.4  | 941.6  | 944.8  | 948.0  | 951.2  | 954.4  | 957.6  | 960.8  | 963.2  |
| 1002.6 | 1005.3 | 1008.9 | 1012.5 | 1015.2 | 1018.8 | 1022.4 | 1025.1 | 1028.7 | 1031.3 | 1035.0 | 1038.0 | 1042.2 | 1045.8 | 1049.4 | 1052.1 | 1055.7 | 1059.3 | 1062.9 | 1066.5 | 1070.1 | 1073.7 | 1077.3 | 1080.9 | 1083.6 |

Tafel IV.

| log M. |             |        |        |        |         |         |         |      |             |        |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 152°   |             |        |        |        |         |         |         | 153° |             |        |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 3.32 17 644 | 18 849 | 20 054 | 21 258 | 22 463  | 23 668  | 24 874  | 0    | 3.36 60 170 | 61 425 | 62 680  | 63 935  | 65 190  | 66 445  | 67 701  |
| 1      | 24 874      | 26 079 | 27 284 | 28 490 | 29 696  | 30 902  | 32 108  | 1    | 67 701      | 68 956 | 70 212  | 71 468  | 72 724  | 73 980  | 75 236  |
| 2      | 32 108      | 33 314 | 34 520 | 35 727 | 36 933  | 38 140  | 39 347  | 2    | 75 236      | 76 492 | 77 749  | 79 006  | 80 263  | 81 520  | 82 777  |
| 3      | 39 347      | 40 554 | 41 761 | 42 968 | 44 175  | 45 383  | 46 591  | 3    | 82 777      | 84 034 | 85 291  | 86 549  | 87 807  | 89 064  | 90 322  |
| 4      | 46 591      | 47 798 | 49 006 | 50 214 | 51 422  | 52 631  | 53 839  | 4    | 90 322      | 91 581 | 92 839  | 94 097  | 95 356  | 96 615  | 97 873  |
| 5      | 3.32 53 839 | 55 048 | 56 257 | 57 465 | 58 674  | 59 883  | 61 093  | 5    | 3.36 97 873 | 99 132 | 100 392 | 101 651 | 102 910 | 104 170 | 105 430 |
| 6      | 61 093      | 62 302 | 63 512 | 64 721 | 65 931  | 67 141  | 68 351  | 6    | 3.37 05 430 | 06 690 | 07 950  | 09 210  | 10 470  | 11 731  | 12 991  |
| 7      | 68 351      | 69 561 | 70 772 | 71 982 | 73 193  | 74 404  | 75 614  | 7    | 12 991      | 14 252 | 15 513  | 16 774  | 18 035  | 19 296  | 20 558  |
| 8      | 75 614      | 76 825 | 78 037 | 79 248 | 80 459  | 81 671  | 82 883  | 8    | 20 558      | 21 820 | 23 081  | 24 343  | 25 605  | 26 868  | 28 130  |
| 9      | 82 883      | 84 094 | 85 306 | 86 519 | 87 731  | 88 943  | 90 156  | 9    | 28 130      | 29 392 | 30 655  | 31 918  | 33 181  | 34 444  | 35 707  |
| 10     | 3.32 90 156 | 91 368 | 92 581 | 93 794 | 95 007  | 96 220  | 97 434  | 10   | 3.37 35 707 | 36 971 | 38 234  | 39 498  | 40 762  | 42 025  | 43 290  |
| 11     | 97 434      | 98 647 | 99 861 | 01 074 | 02 288  | 03 502  | 04 716  | 11   | 43 290      | 44 554 | 45 818  | 47 083  | 48 348  | 49 612  | 50 877  |
| 12     | 3.33 04 716 | 05 931 | 07 145 | 08 360 | 09 574  | 10 789  | 12 004  | 12   | 50 877      | 52 142 | 53 408  | 54 673  | 55 939  | 57 204  | 58 470  |
| 13     | 12 004      | 13 219 | 14 435 | 15 650 | 16 865  | 18 081  | 19 297  | 13   | 58 470      | 59 736 | 61 003  | 62 269  | 63 535  | 64 802  | 66 069  |
| 14     | 19 297      | 20 513 | 21 729 | 22 945 | 24 161  | 25 378  | 26 594  | 14   | 66 069      | 67 336 | 68 603  | 69 870  | 71 137  | 72 405  | 73 672  |
| 15     | 3.33 26 594 | 27 811 | 29 028 | 30 245 | 31 462  | 32 680  | 33 897  | 15   | 3.37 73 672 | 74 940 | 76 208  | 77 476  | 78 744  | 80 013  | 81 281  |
| 16     | 33 897      | 35 115 | 36 332 | 37 550 | 38 768  | 39 986  | 41 204  | 16   | 81 281      | 82 550 | 83 819  | 85 087  | 86 357  | 87 626  | 88 895  |
| 17     | 41 204      | 42 423 | 43 641 | 44 860 | 46 079  | 47 298  | 48 517  | 17   | 88 895      | 90 165 | 91 434  | 92 704  | 93 974  | 95 244  | 96 515  |
| 18     | 48 517      | 49 736 | 50 955 | 52 175 | 53 394  | 54 613  | 55 834  | 18   | 96 515      | 97 785 | 99 056  | 100 326 | 101 597 | 102 868 | 104 139 |
| 19     | 55 834      | 57 054 | 58 274 | 59 495 | 60 715  | 61 936  | 63 156  | 19   | 3.38 04 139 | 05 411 | 06 682  | 07 954  | 09 226  | 10 497  | 11 769  |
| 20     | 3.33 63 156 | 64 377 | 65 598 | 66 819 | 68 041  | 69 262  | 70 484  | 20   | 3.38 11 769 | 13 042 | 14 314  | 15 587  | 16 859  | 18 132  | 19 405  |
| 21     | 70 484      | 71 705 | 72 927 | 74 149 | 75 371  | 76 593  | 77 816  | 21   | 19 405      | 20 678 | 21 951  | 23 225  | 24 498  | 25 772  | 27 046  |
| 22     | 77 816      | 79 038 | 80 261 | 81 484 | 82 707  | 83 930  | 85 153  | 22   | 27 046      | 28 320 | 29 594  | 30 868  | 32 142  | 33 417  | 34 692  |
| 23     | 85 153      | 86 376 | 87 600 | 88 823 | 90 047  | 91 271  | 92 495  | 23   | 34 692      | 35 967 | 37 242  | 38 517  | 39 792  | 41 067  | 42 343  |
| 24     | 92 495      | 93 719 | 94 943 | 96 168 | 97 392  | 98 617  | 99 842  | 24   | 42 343      | 43 619 | 44 895  | 46 171  | 47 447  | 48 723  | 50 000  |
| 25     | 3.33 99 842 | 01 067 | 02 292 | 03 517 | 04 743  | 05 968  | 07 194  | 25   | 3.38 50 000 | 51 276 | 52 553  | 53 830  | 55 107  | 56 385  | 57 662  |
| 26     | 3.34 07 194 | 08 420 | 09 646 | 10 872 | 12 098  | 13 325  | 14 551  | 26   | 57 662      | 58 939 | 60 217  | 61 495  | 62 773  | 64 051  | 65 329  |
| 27     | 14 551      | 15 778 | 17 005 | 18 232 | 19 459  | 20 686  | 21 913  | 27   | 65 329      | 66 606 | 67 886  | 69 165  | 70 444  | 71 723  | 73 002  |
| 28     | 21 913      | 23 141 | 24 368 | 25 596 | 26 824  | 28 052  | 29 280  | 28   | 73 002      | 74 282 | 75 561  | 76 841  | 78 120  | 79 400  | 80 680  |
| 29     | 29 280      | 30 509 | 31 737 | 32 966 | 34 194  | 35 423  | 36 652  | 29   | 80 680      | 81 961 | 83 241  | 84 522  | 85 802  | 87 083  | 88 364  |
| 30     | 3.34 36 652 | 37 881 | 39 111 | 40 340 | 41 570  | 42 799  | 44 029  | 30   | 3.38 88 364 | 89 645 | 90 926  | 92 208  | 93 489  | 94 771  | 96 053  |
| 31     | 44 029      | 45 259 | 46 489 | 47 720 | 48 950  | 50 181  | 51 411  | 31   | 96 053      | 97 335 | 98 617  | 99 900  | 01 182  | 02 465  | 03 747  |
| 32     | 51 411      | 52 642 | 53 873 | 55 104 | 56 336  | 57 567  | 58 798  | 32   | 3.39 03 747 | 05 030 | 06 313  | 07 597  | 08 880  | 10 163  | 11 447  |
| 33     | 58 798      | 60 030 | 61 262 | 62 494 | 63 726  | 64 958  | 66 191  | 33   | 11 447      | 12 731 | 14 015  | 15 299  | 16 583  | 17 867  | 19 152  |
| 34     | 66 191      | 67 423 | 68 656 | 69 888 | 71 121  | 72 354  | 73 588  | 34   | 19 152      | 20 437 | 21 722  | 23 007  | 24 292  | 25 577  | 26 863  |
| 35     | 3.34 73 588 | 74 821 | 76 055 | 77 288 | 78 522  | 79 756  | 80 990  | 35   | 3.39 26 863 | 28 149 | 29 434  | 30 720  | 32 006  | 33 293  | 34 579  |
| 36     | 80 990      | 82 224 | 83 458 | 84 693 | 85 927  | 87 162  | 88 397  | 36   | 34 579      | 35 865 | 37 152  | 38 439  | 39 726  | 41 013  | 42 300  |
| 37     | 88 397      | 89 632 | 90 867 | 92 103 | 93 338  | 94 574  | 95 809  | 37   | 42 300      | 43 588 | 44 875  | 46 163  | 47 451  | 48 739  | 50 027  |
| 38     | 95 809      | 97 045 | 98 281 | 99 517 | 100 754 | 101 990 | 103 227 | 38   | 50 027      | 51 316 | 52 604  | 53 893  | 55 181  | 56 470  | 57 760  |
| 39     | 3.35 03 227 | 04 463 | 05 700 | 06 937 | 08 174  | 09 412  | 10 649  | 39   | 57 760      | 59 049 | 60 338  | 61 628  | 62 917  | 64 207  | 65 497  |
| 40     | 3.35 10 649 | 11 887 | 13 124 | 14 362 | 15 600  | 16 838  | 18 077  | 40   | 3.39 65 497 | 66 787 | 68 078  | 69 368  | 70 659  | 71 950  | 73 240  |
| 41     | 18 077      | 19 315 | 20 554 | 21 792 | 23 031  | 24 270  | 25 509  | 41   | 73 240      | 74 532 | 75 823  | 77 114  | 78 406  | 79 697  | 80 989  |
| 42     | 25 509      | 26 748 | 27 988 | 29 227 | 30 467  | 31 707  | 32 947  | 42   | 80 989      | 82 281 | 83 573  | 84 866  | 86 158  | 87 451  | 88 743  |
| 43     | 32 947      | 34 187 | 35 427 | 36 668 | 37 908  | 39 149  | 40 390  | 43   | 88 743      | 90 036 | 91 329  | 92 622  | 93 916  | 95 209  | 96 503  |
| 44     | 40 390      | 41 631 | 42 872 | 44 113 | 45 354  | 46 596  | 47 837  | 44   | 96 503      | 97 797 | 99 091  | 100 385 | 101 679 | 102 973 | 104 268 |
| 45     | 3.35 47 837 | 49 079 | 50 321 | 51 563 | 52 806  | 54 048  | 55 290  | 45   | 3.40 04 268 | 05 563 | 06 858  | 08 153  | 09 448  | 10 743  | 12 039  |
| 46     | 55 290      | 56 533 | 57 776 | 59 019 | 60 262  | 61 505  | 62 748  | 46   | 12 039      | 13 334 | 14 630  | 15 926  | 17 222  | 18 518  | 19 815  |
| 47     | 62 748      | 63 992 | 65 236 | 66 479 | 67 723  | 68 967  | 70 212  | 47   | 19 815      | 21 111 | 22 408  | 23 705  | 25 002  | 26 299  | 27 596  |
| 48     | 70 212      | 71 456 | 72 700 | 73 945 | 75 190  | 76 435  | 77 680  | 48   | 27 596      | 28 894 | 30 191  | 31 489  | 32 787  | 34 085  | 35 383  |
| 49     | 77 680      | 78 925 | 80 170 | 81 416 | 82 662  | 83 907  | 85 153  | 49   | 35 383      | 36 682 | 37 980  | 39 279  | 40 578  | 41 877  | 43 176  |
| 50     | 3.35 85 153 | 86 399 | 87 646 | 88 892 | 90 138  | 91 385  | 92 632  | 50   | 3.40 43 176 | 44 475 | 45 775  | 47 074  | 48 374  | 49 674  | 50 974  |
| 51     | 92 632      | 93 879 | 95 126 | 96 373 | 97 620  | 98 868  | 100 115 | 51   | 50 974      | 52 274 | 53 575  | 54 875  | 56 176  | 57 477  | 58 778  |
| 52     | 3.36 00 115 | 01 363 | 02 611 | 03 859 | 05 107  | 06 356  | 07 604  | 52   | 58 778      | 60 079 | 61 380  | 62 682  | 63 983  | 65 285  | 66 587  |
| 53     | 07 604      | 08 853 | 10 102 | 11 351 | 12 600  | 13 849  | 15 098  | 53   | 66 587      | 67 889 | 69 191  | 70 494  | 71 796  | 73 099  | 74 402  |
| 54     | 15 098      | 16 348 | 17 597 | 18 847 | 20 097  | 21 347  | 22 597  | 54   | 74 402      | 75 705 | 77 008  | 78 311  | 79 615  | 80 918  | 82 222  |
| 55     | 3.36 22 597 | 23 848 | 25 098 | 26 349 | 27 600  | 28 851  | 30 102  | 55   | 3.40 82 222 | 83 526 | 84 830  | 86 134  | 87 439  | 88 743  | 90 048  |
| 56     | 30 102      | 31 353 | 32 604 | 33 856 | 35 107  | 36 359  | 37 611  | 56   | 90 048      | 91 353 | 92 658  | 93 963  | 95 268  | 96 574  | 97 879  |
| 57     | 37 611      | 38 863 | 40 115 | 41 368 | 42 620  | 43 873  | 45 126  | 57   | 97 879      | 99 185 | 100 491 | 101 797 | 103 103 | 104 410 | 105 716 |
| 58     | 45 126      | 46 379 | 47 632 | 48 885 | 50 138  | 51 392  | 52 645  | 58   | 3.41 05 716 | 07 023 | 08 330  | 09 637  | 10 944  | 12 251  | 13 559  |
| 59     | 52 645      | 53 899 | 55 153 | 56 407 | 57 662  | 58 916  | 60 170  | 59   | 13 559      | 14 866 | 16 174  | 17 482  | 18 790  | 20 098  | 21 407  |

|   | 1204   | 1208   | 1212   | 1216   | 1221   | 1225   | 1229   | 1233   | 1238   | 1242   | 1246   | 1251   | 1255   | 1259   | 1263   | 1268   | 1272   | 1277   | 1281   | 1285   | 1289   | 1294   | 1299   | 1304   | 1309   |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 120.4  | 120.8  | 121.2  | 121.6  | 122.1  | 122.5  | 122.9  | 123.3  | 123.8  | 124.2  | 124.6  | 125.1  | 125.5  | 125.9  | 126.3  | 126.8  | 127.2  | 127.7  | 128.1  | 128.5  | 128.9  | 129.4  | 129.9  | 130.4  | 130.9  |
| 2 | 240.8  | 241.6  | 242.4  | 243.2  | 244.0  | 245.0  | 245.8  | 246.6  | 247.6  | 248.4  | 249.2  | 250.2  | 251.0  | 251.8  | 252.6  | 253.6  | 254.4  | 255.4  | 256.2  | 257.0  | 257.8  | 258.8  | 259.8  | 260.8  | 261.8  |
| 3 | 361.2  | 362.4  | 363.6  | 364.8  | 366.3  | 367.5  | 368.7  | 369.9  | 371.4  | 372.6  | 373.8  | 375.3  | 376.5  | 377.7  | 378.9  | 380.4  | 381.6  | 383.1  | 384.3  | 385.5  | 386.7  | 388.2  | 389.7  | 391.2  | 392.7  |
| 4 | 481.6  | 483.2  | 484.8  | 486.4  | 488.4  | 490.0  | 491.6  | 493.2  | 495.2  | 496.8  | 498.4  | 500.4  | 502.0  | 503.6  | 505.2  | 507.2  | 508.8  | 510.8  | 512.4  | 514.0  | 515.6  | 517.6  | 519.6  | 521.6  | 523.6  |
| 5 | 602.0  | 604.0  | 606.0  | 608.0  | 610.5  | 612.5  | 614.5  | 616.5  | 619.0  | 621.0  | 623.0  | 625.5  | 627.5  | 629.5  | 631.5  | 634.0  | 636.0  | 638.5  | 640.5  | 642.5  | 644.5  | 647.0  | 649.5  | 652.0  | 654.5  |
| 6 | 722.4  | 724.8  | 727.2  | 729.6  | 732.6  | 735.2  | 737.4  | 739.6  | 742.8  | 745.2  | 747.6  | 750.6  | 753.5  | 755.4  | 757.8  | 760.8  | 763.6  | 766.2  | 768.5  | 770.0  | 773.4  | 776.4  | 779.4  | 782.4  | 785.4  |
| 7 | 842.8  | 845.6  | 848.4  | 851.2  | 854.7  | 858.5  | 860.3  | 863.1  | 866.6  | 869.4  | 872.2  | 875.7  | 878.8  | 881.3  | 884.1  | 887.6  | 890.4  | 893.9  | 896.8  | 899.5  | 902.3  | 905.8  | 909.3  | 912.8  | 916.3  |
| 8 | 963.2  | 965.6  | 969.6  | 972.8  | 976.8  | 980.5  | 983.2  | 986.4  | 990.4  | 993.8  | 996.6  | 1000.4 | 1004.0 | 1007.2 | 1010.4 | 1014.4 | 1018.6 | 1022.6 | 1026.8 | 1030.2 | 1033.5 | 1037.9 | 1043.2 | 1047.6 | 1052.0 |
|   | 1083.6 | 1087.2 | 1090.8 | 1094.4 | 1098.9 | 1102.5 | 1106.1 | 1109.7 | 1114.2 | 1117.8 | 1121.4 | 1125.9 | 1129.5 | 1133.1 | 1136.7 | 1141.2 | 1144.8 | 1149.3 | 1152.9 | 1156.5 | 1160.1 | 1164.6 | 1169.1 | 1173.6 | 1178.1 |



## Tafel IV.

| log M.      |        |        |         |         |         |         |      |             |        |         |         |         |         |         |
|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 154°        |        |        |         |         |         |         | 155° |             |        |         |         |         |         |         |
| 0"          | 10"    | 20"    | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 3.41 21 407 | 22 715 | 24 024 | 25 333  | 26 642  | 27 951  | 29 261  | 0'   | 3.46 02 787 | 04 153 | 05 520  | 06 887  | 08 255  | 09 622  | 10 989  |
| 29 261      | 30 570 | 31 880 | 33 190  | 34 500  | 35 810  | 37 120  | 1    | 10 989      | 12 357 | 13 725  | 15 093  | 16 461  | 17 829  | 19 198  |
| 37 120      | 38 430 | 39 741 | 41 052  | 42 363  | 43 674  | 44 985  | 2    | 19 198      | 20 567 | 21 935  | 23 305  | 24 674  | 26 043  | 27 413  |
| 44 985      | 46 296 | 47 608 | 48 919  | 50 231  | 51 543  | 52 855  | 3    | 27 413      | 28 782 | 30 152  | 31 522  | 32 892  | 34 263  | 35 633  |
| 52 855      | 54 168 | 55 480 | 56 793  | 58 106  | 59 418  | 60 732  | 4    | 35 633      | 37 004 | 38 375  | 39 746  | 41 117  | 42 488  | 43 860  |
| 3.41 60 732 | 62 045 | 63 358 | 64 672  | 65 985  | 67 299  | 68 613  | 5    | 3.46 43 860 | 45 232 | 46 604  | 47 976  | 49 348  | 50 720  | 52 093  |
| 68 613      | 69 928 | 71 242 | 72 556  | 73 871  | 75 186  | 76 501  | 6    | 52 093      | 53 466 | 54 839  | 56 212  | 57 585  | 58 958  | 60 332  |
| 76 501      | 77 816 | 79 131 | 80 447  | 81 762  | 83 078  | 84 394  | 7    | 60 332      | 61 706 | 63 079  | 64 454  | 65 828  | 67 202  | 68 577  |
| 84 394      | 85 710 | 87 026 | 88 342  | 89 659  | 90 976  | 92 293  | 8    | 68 577      | 69 952 | 71 327  | 72 702  | 74 077  | 75 452  | 76 828  |
| 92 293      | 93 610 | 94 927 | 96 244  | 97 562  | 98 879  | 100 197 | 9    | 76 828      | 78 204 | 79 580  | 80 956  | 82 332  | 83 709  | 85 085  |
| 3.42 00 197 | 01 515 | 02 833 | 04 151  | 05 470  | 06 788  | 08 107  | 10   | 3.46 85 085 | 86 462 | 87 839  | 89 216  | 90 593  | 91 971  | 93 348  |
| 08 107      | 09 426 | 10 745 | 12 064  | 13 383  | 14 703  | 16 023  | 11   | 93 348      | 94 726 | 96 104  | 97 482  | 98 861  | 100 239 | 101 618 |
| 16 023      | 17 342 | 18 662 | 19 983  | 21 303  | 22 623  | 23 944  | 12   | 3.47 01 618 | 02 997 | 04 376  | 05 755  | 07 134  | 08 514  | 09 894  |
| 23 944      | 25 265 | 26 586 | 27 907  | 29 228  | 30 550  | 31 871  | 13   | 09 894      | 11 273 | 12 653  | 14 034  | 15 414  | 16 795  | 18 175  |
| 31 871      | 33 193 | 34 515 | 35 837  | 37 159  | 38 481  | 39 804  | 14   | 18 175      | 19 556 | 20 937  | 22 318  | 23 700  | 25 081  | 26 463  |
| 3.42 39 804 | 41 127 | 42 449 | 43 772  | 45 096  | 46 419  | 47 742  | 15   | 3.47 26 463 | 27 845 | 29 227  | 30 609  | 31 992  | 33 374  | 34 757  |
| 47 742      | 49 066 | 50 390 | 51 714  | 53 038  | 54 362  | 55 686  | 16   | 34 757      | 36 140 | 37 523  | 38 907  | 40 290  | 41 674  | 43 057  |
| 55 686      | 57 011 | 58 336 | 59 661  | 60 986  | 62 311  | 63 636  | 17   | 43 057      | 44 441 | 45 826  | 47 210  | 48 594  | 49 979  | 51 364  |
| 63 636      | 64 962 | 66 288 | 67 613  | 68 939  | 70 266  | 71 592  | 18   | 51 364      | 52 749 | 54 134  | 55 519  | 56 905  | 58 290  | 59 676  |
| 71 592      | 72 918 | 74 245 | 75 572  | 76 899  | 78 226  | 79 553  | 19   | 59 676      | 61 062 | 62 449  | 63 835  | 65 221  | 66 608  | 67 995  |
| 3.42 79 553 | 80 881 | 82 208 | 83 536  | 84 864  | 86 192  | 87 520  | 20   | 3.47 67 995 | 69 382 | 70 769  | 72 157  | 73 544  | 74 932  | 76 320  |
| 87 520      | 88 849 | 90 177 | 91 506  | 92 835  | 94 164  | 95 493  | 21   | 76 320      | 77 708 | 79 096  | 80 485  | 81 873  | 83 262  | 84 651  |
| 95 493      | 96 822 | 98 152 | 99 482  | 100 811 | 102 141 | 103 472 | 22   | 84 651      | 86 040 | 87 430  | 88 819  | 90 209  | 91 599  | 92 989  |
| 3.43 03 472 | 04 802 | 06 132 | 07 463  | 08 794  | 10 125  | 11 456  | 23   | 92 989      | 94 379 | 95 769  | 97 160  | 98 550  | 99 941  | 101 332 |
| 11 456      | 12 787 | 14 119 | 15 450  | 16 782  | 18 114  | 19 446  | 24   | 3.48 01 332 | 02 723 | 04 115  | 05 506  | 06 898  | 08 290  | 09 682  |
| 3.43 19 446 | 20 778 | 22 111 | 23 443  | 24 776  | 26 109  | 27 442  | 25   | 3.48 09 682 | 11 074 | 12 467  | 13 859  | 15 252  | 16 645  | 18 038  |
| 27 442      | 28 775 | 30 108 | 31 443  | 32 776  | 34 109  | 35 443  | 26   | 18 038      | 19 431 | 20 825  | 22 218  | 23 612  | 25 006  | 26 400  |
| 35 443      | 36 778 | 38 112 | 39 446  | 40 781  | 42 116  | 43 451  | 27   | 26 400      | 27 795 | 29 189  | 30 584  | 31 979  | 33 374  | 34 769  |
| 43 451      | 44 786 | 46 121 | 47 457  | 48 792  | 50 128  | 51 464  | 28   | 34 769      | 36 164 | 37 560  | 38 955  | 40 351  | 41 747  | 43 144  |
| 51 464      | 52 800 | 54 136 | 55 473  | 56 809  | 58 146  | 59 483  | 29   | 43 144      | 44 540 | 45 937  | 47 333  | 48 730  | 50 127  | 51 525  |
| 3.43 59 483 | 60 820 | 62 157 | 63 495  | 64 832  | 66 170  | 67 508  | 30   | 3.48 51 525 | 52 922 | 54 320  | 55 718  | 57 116  | 58 514  | 59 912  |
| 67 508      | 68 846 | 70 184 | 71 522  | 72 861  | 74 199  | 75 538  | 31   | 59 912      | 61 311 | 62 709  | 64 108  | 65 507  | 66 906  | 68 306  |
| 75 538      | 76 877 | 78 216 | 79 556  | 80 895  | 82 233  | 83 572  | 32   | 68 306      | 69 705 | 71 105  | 72 505  | 73 905  | 75 305  | 76 706  |
| 83 572      | 84 915 | 86 255 | 87 595  | 88 936  | 90 276  | 91 617  | 33   | 76 706      | 78 106 | 79 507  | 80 908  | 82 309  | 83 710  | 85 112  |
| 91 617      | 92 958 | 94 299 | 95 640  | 96 982  | 98 323  | 99 665  | 34   | 85 112      | 86 514 | 87 915  | 89 317  | 90 720  | 92 122  | 93 524  |
| 3.43 99 665 | 01 007 | 02 349 | 03 691  | 05 034  | 06 376  | 07 719  | 35   | 3.48 93 524 | 94 927 | 96 330  | 97 733  | 99 136  | 100 540 | 101 943 |
| 3.44 07 719 | 09 062 | 10 405 | 11 748  | 13 092  | 14 435  | 15 779  | 36   | 3.49 01 943 | 03 347 | 04 751  | 06 155  | 07 559  | 08 964  | 10 369  |
| 15 779      | 17 123 | 18 467 | 19 811  | 21 155  | 22 500  | 23 845  | 37   | 10 369      | 11 773 | 13 178  | 14 584  | 15 989  | 17 394  | 18 800  |
| 23 845      | 25 189 | 26 534 | 27 880  | 29 225  | 30 570  | 31 916  | 38   | 18 800      | 20 206 | 21 612  | 23 018  | 24 425  | 25 831  | 27 238  |
| 31 916      | 33 262 | 34 608 | 35 954  | 37 300  | 38 647  | 39 993  | 39   | 27 238      | 28 645 | 30 052  | 31 459  | 32 867  | 34 274  | 35 682  |
| 3.44 39 993 | 41 340 | 42 687 | 44 034  | 45 382  | 46 729  | 48 077  | 40   | 3.49 35 682 | 37 090 | 38 498  | 39 907  | 41 315  | 42 724  | 44 133  |
| 48 077      | 49 424 | 50 772 | 52 121  | 53 469  | 54 817  | 56 166  | 41   | 44 133      | 45 542 | 46 951  | 48 361  | 49 770  | 51 180  | 52 590  |
| 56 166      | 57 515 | 58 864 | 60 213  | 61 562  | 62 911  | 64 261  | 42   | 52 590      | 54 000 | 55 410  | 56 821  | 58 231  | 59 642  | 61 053  |
| 64 261      | 65 611 | 66 961 | 68 311  | 69 661  | 71 011  | 72 362  | 43   | 61 053      | 62 464 | 63 876  | 65 287  | 66 699  | 68 111  | 69 523  |
| 72 362      | 73 713 | 75 064 | 76 415  | 77 766  | 79 117  | 80 469  | 44   | 69 523      | 70 935 | 72 348  | 73 760  | 75 173  | 76 586  | 77 999  |
| 3.44 80 469 | 81 821 | 83 172 | 84 524  | 85 877  | 87 229  | 88 582  | 45   | 3.49 77 999 | 79 413 | 80 826  | 82 240  | 83 654  | 85 068  | 86 482  |
| 88 582      | 89 934 | 91 287 | 92 640  | 93 993  | 95 347  | 96 700  | 46   | 86 482      | 87 896 | 89 311  | 90 725  | 92 140  | 93 555  | 94 971  |
| 96 700      | 98 054 | 99 408 | 100 762 | 102 116 | 103 470 | 104 825 | 47   | 94 971      | 96 386 | 97 802  | 99 218  | 100 634 | 102 050 | 103 466 |
| 3.45 04 825 | 06 180 | 07 535 | 08 890  | 10 245  | 11 600  | 12 956  | 48   | 3.50 03 466 | 04 883 | 06 299  | 07 716  | 09 133  | 10 551  | 11 968  |
| 12 956      | 14 311 | 15 667 | 17 023  | 18 379  | 19 736  | 21 092  | 49   | 11 968      | 13 386 | 14 803  | 16 221  | 17 639  | 19 058  | 20 476  |
| 3.45 21 092 | 22 449 | 23 806 | 25 163  | 26 520  | 27 877  | 29 235  | 50   | 3.50 20 476 | 21 895 | 23 314  | 24 733  | 26 152  | 27 571  | 28 991  |
| 29 235      | 30 592 | 31 950 | 33 308  | 34 666  | 36 025  | 37 383  | 51   | 28 991      | 30 411 | 31 831  | 33 251  | 34 671  | 36 091  | 37 512  |
| 37 383      | 38 742 | 40 101 | 41 460  | 42 819  | 44 178  | 45 538  | 52   | 37 512      | 38 933 | 40 354  | 41 775  | 43 197  | 44 618  | 46 040  |
| 45 538      | 46 897 | 48 257 | 49 617  | 50 977  | 52 338  | 53 698  | 53   | 46 040      | 47 462 | 48 884  | 50 306  | 51 729  | 53 151  | 54 574  |
| 53 698      | 55 059 | 56 420 | 57 781  | 59 142  | 60 503  | 61 865  | 54   | 54 574      | 55 997 | 57 420  | 58 843  | 60 267  | 61 691  | 63 115  |
| 3.45 61 865 | 63 226 | 64 588 | 65 950  | 67 312  | 68 674  | 70 037  | 55   | 3.50 63 115 | 64 539 | 65 963  | 67 387  | 68 812  | 70 237  | 71 662  |
| 70 037      | 71 400 | 72 762 | 74 125  | 75 489  | 76 852  | 78 215  | 56   | 71 662      | 73 087 | 74 512  | 75 938  | 77 363  | 78 789  | 80 215  |
| 78 215      | 79 579 | 80 943 | 82 307  | 83 671  | 85 035  | 86 400  | 57   | 80 215      | 81 642 | 83 068  | 84 495  | 85 921  | 87 348  | 88 775  |
| 86 400      | 87 765 | 89 129 | 90 494  | 91 860  | 93 225  | 94 590  | 58   | 88 775      | 90 203 | 91 630  | 93 058  | 94 486  | 95 914  | 97 342  |
| 94 590      | 95 956 | 97 322 | 98 688  | 100 054 | 101 420 | 102 787 | 59   | 97 342      | 98 770 | 100 199 | 101 628 | 103 057 | 104 486 | 105 915 |

| 1313   | 1318   | 1323   | 1328   | 1333   | 1338   | 1343   | 1348   | 1353   | 1358   | 1363   | 1368   | 1373   | 1378   | 1383   | 1388   | 1393   | 1398   | 1403   | 1408   | 1413   | 1418   | 1423   | 1429   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 131.3  | 131.8  | 132.3  | 132.8  | 133.3  | 133.8  | 134.3  | 134.8  | 135.3  | 135.8  | 136.3  | 136.8  | 137.3  | 137.8  | 138.3  | 138.8  | 139.3  | 139.8  | 140.3  | 140.8  | 141.3  | 141.8  | 142.3  | 142.9  |
| 262.6  | 263.6  | 264.6  | 265.6  | 266.6  | 267.6  | 268.6  | 269.6  | 270.6  | 271.6  | 272.6  | 273.6  | 274.6  | 275.6  | 276.6  | 277.6  | 278.6  | 279.6  | 280.6  | 281.6  | 282.6  | 283.6  | 284.6  | 285.8  |
| 393.9  | 395.4  | 396.9  | 398.4  | 399.9  | 401.4  | 402.9  | 404.4  | 405.9  | 407.4  | 408.9  | 410.4  | 411.9  | 413.4  | 414.9  | 416.4  | 417.9  | 419.4  | 420.9  | 422.4  | 423.9  | 425.4  | 426.9  | 428.7  |
| 525.9  | 527.2  | 528.5  | 530.0  | 531.3  | 532.8  | 534.2  | 535.7  | 537.1  | 538.6  | 540.0  | 541.5  | 543.0  | 544.5  | 546.0  | 547.5  | 549.0  | 550.5  | 552.0  | 553.5  | 555.0  | 556.5  | 558.0  | 560.2  |
| 656.5  | 659.0  | 661.5  | 664.0  | 666.5  | 669.0  | 671.5  | 674.0  | 676.5  | 679.0  | 681.5  | 684.0  | 686.5  | 689.0  | 691.5  | 694.0  | 696.5  | 699.0  | 701.5  | 704.0  | 706.5  | 709.0  | 711.5  | 714.5  |
| 787.8  | 790.8  | 793.8  | 796.8  | 799.8  | 802.8  | 805.8  | 808.8  | 811.8  | 814.8  | 817.8  | 820.8  | 823.8  | 826.8  | 829.8  | 832.8  | 835.8  | 838.8  | 841.8  | 844.8  | 847.8  | 850.8  | 853.8  | 857.4  |
| 919.1  | 922.6  | 926.1  | 929.6  | 933.1  | 936.6  | 940.1  | 943.6  | 947.1  | 950.6  | 954.1  | 957.6  | 961.1  | 964.6  | 968.1  | 971.6  | 975.1  | 978.6  | 982.1  | 985.6  | 989.1  | 992.6  | 996.1  | 1000.3 |
| 1050.4 | 1054.4 | 1058.4 | 1062.4 | 1066.4 | 1070.4 | 1074.4 | 1078.4 | 1082.4 | 1086.4 | 1090.4 | 1094.4 | 1098.4 | 1102.4 | 1106.4 | 1110.4 | 1114.4 | 1118.4 | 1122.4 | 1126.4 | 1130.4 | 1134.4 | 1138.4 | 1142.8 |
| 1181.7 | 1186.2 | 1190.7 | 1195.2 | 1199.7 | 1204.2 | 1208.7 | 1213.2 | 1217.7 | 1222.2 | 1226.7 | 1231.2 | 1235.7 | 1240.2 | 1244.7 | 1249.2 | 1253.7 | 1258.2 | 1262.7 | 1267.2 | 1271.7 | 1276.2 | 1280.7 | 1286.1 |

Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |    |             |        |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 156°   |             |         |         |         |         |         | 157°    |    |             |        |         |         |         |         |         |
| r      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | r  | 0"          | 10"    | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 3.51 05 915 | 07 345  | 08 774  | 10 204  | 11 634  | 13 065  | 14 495  | 0  | 3.56 32 598 | 34 095 | 35 593  | 37 091  | 38 590  | 40 088  | 41 587  |
| 1      | 14 495      | 15 926  | 17 356  | 18 787  | 20 218  | 21 650  | 23 081  | 1  | 41 587      | 43 085 | 44 584  | 46 084  | 47 583  | 49 083  | 50 583  |
| 2      | 23 081      | 24 513  | 25 945  | 27 377  | 28 809  | 30 241  | 31 674  | 2  | 50 583      | 52 083 | 53 583  | 55 083  | 56 584  | 58 085  | 59 586  |
| 3      | 31 674      | 33 107  | 34 540  | 35 973  | 37 406  | 38 840  | 40 273  | 3  | 59 586      | 61 087 | 62 588  | 64 090  | 65 592  | 67 094  | 68 596  |
| 4      | 40 273      | 41 707  | 43 141  | 44 576  | 46 010  | 47 445  | 48 879  | 4  | 68 596      | 70 098 | 71 601  | 73 104  | 74 607  | 76 110  | 77 613  |
| 5      | 3.51 48 879 | 50 314  | 51 749  | 53 185  | 54 620  | 56 056  | 57 492  | 5  | 3.56 77 613 | 79 117 | 80 621  | 82 125  | 83 629  | 85 133  | 86 638  |
| 6      | 57 492      | 58 928  | 60 364  | 61 801  | 63 237  | 64 674  | 66 111  | 6  | 86 638      | 88 143 | 89 648  | 91 153  | 92 658  | 94 164  | 95 670  |
| 7      | 66 111      | 67 548  | 68 985  | 70 423  | 71 861  | 73 299  | 74 737  | 7  | 95 670      | 97 175 | 98 682  | 100 188 | 101 695 | 103 201 | 104 708 |
| 8      | 74 737      | 76 175  | 77 613  | 79 052  | 80 491  | 81 930  | 83 369  | 8  | 3.57 04 708 | 06 216 | 07 723  | 09 231  | 10 738  | 12 246  | 13 754  |
| 9      | 83 369      | 84 808  | 86 248  | 87 688  | 89 128  | 90 568  | 92 008  | 9  | 13 754      | 15 263 | 16 771  | 18 280  | 19 789  | 21 298  | 22 808  |
| 10     | 3.51 92 008 | 93 448  | 94 889  | 96 330  | 97 771  | 99 212  | 100 654 | 10 | 3.57 22 808 | 24 317 | 25 827  | 27 337  | 28 847  | 30 358  | 31 868  |
| 11     | 3.52 00 654 | 02 095  | 03 537  | 04 979  | 06 421  | 07 863  | 09 306  | 11 | 31 868      | 33 379 | 34 890  | 36 401  | 37 912  | 39 424  | 40 936  |
| 12     | 09 306      | 10 748  | 12 191  | 13 634  | 15 078  | 16 521  | 17 965  | 12 | 40 936      | 42 448 | 43 960  | 45 472  | 46 985  | 48 498  | 50 011  |
| 13     | 17 965      | 19 408  | 20 852  | 22 297  | 23 741  | 25 185  | 26 630  | 13 | 50 011      | 51 524 | 53 037  | 54 551  | 56 065  | 57 579  | 59 093  |
| 14     | 26 630      | 28 075  | 29 520  | 30 965  | 32 411  | 33 856  | 35 302  | 14 | 59 093      | 60 607 | 62 122  | 63 637  | 65 152  | 66 667  | 68 182  |
| 15     | 3.52 35 302 | 36 748  | 38 194  | 39 641  | 41 087  | 42 534  | 43 981  | 15 | 3.57 68 182 | 69 698 | 71 214  | 72 730  | 74 246  | 75 762  | 77 279  |
| 16     | 43 981      | 45 428  | 46 876  | 48 323  | 49 771  | 51 219  | 52 667  | 16 | 77 279      | 78 796 | 80 313  | 81 830  | 83 347  | 84 865  | 86 383  |
| 17     | 52 667      | 54 115  | 55 563  | 57 012  | 58 461  | 59 910  | 61 359  | 17 | 86 383      | 87 901 | 89 419  | 90 937  | 92 456  | 93 975  | 95 494  |
| 18     | 61 359      | 62 808  | 64 258  | 65 707  | 67 157  | 68 607  | 70 058  | 18 | 95 494      | 97 013 | 98 533  | 100 052 | 101 572 | 103 092 | 104 612 |
| 19     | 70 058      | 71 508  | 72 959  | 74 410  | 75 861  | 77 312  | 78 763  | 19 | 3.58 04 612 | 06 133 | 07 654  | 09 174  | 10 695  | 12 217  | 13 738  |
| 20     | 3.52 78 763 | 80 215  | 81 667  | 83 119  | 84 571  | 86 023  | 87 476  | 20 | 3.58 13 738 | 15 260 | 16 782  | 18 304  | 19 826  | 21 349  | 22 871  |
| 21     | 87 476      | 88 928  | 90 381  | 91 834  | 93 288  | 94 741  | 96 195  | 21 | 22 871      | 24 394 | 25 917  | 27 441  | 28 964  | 30 488  | 32 012  |
| 22     | 96 195      | 97 649  | 99 103  | 100 557 | 102 011 | 103 466 | 104 921 | 22 | 32 012      | 33 536 | 35 060  | 36 585  | 38 109  | 39 634  | 41 159  |
| 23     | 3.53 04 921 | 06 376  | 07 831  | 09 286  | 10 742  | 12 197  | 13 653  | 23 | 41 159      | 42 685 | 44 210  | 45 736  | 47 262  | 48 788  | 50 314  |
| 24     | 13 653      | 15 109  | 16 565  | 18 022  | 19 479  | 20 935  | 22 392  | 24 | 50 314      | 51 841 | 53 368  | 54 895  | 56 422  | 57 949  | 59 477  |
| 25     | 3.53 22 392 | 23 850  | 25 307  | 26 765  | 28 222  | 29 680  | 31 139  | 25 | 3.58 59 477 | 61 005 | 62 533  | 64 061  | 65 589  | 67 118  | 68 647  |
| 26     | 31 139      | 32 597  | 34 055  | 35 514  | 36 973  | 38 432  | 39 891  | 26 | 68 647      | 70 176 | 71 705  | 73 234  | 74 764  | 76 294  | 77 824  |
| 27     | 39 891      | 41 351  | 42 810  | 44 270  | 45 730  | 47 191  | 48 651  | 27 | 77 824      | 79 354 | 80 884  | 82 415  | 83 946  | 85 477  | 87 008  |
| 28     | 48 651      | 50 112  | 51 572  | 53 033  | 54 494  | 55 956  | 57 417  | 28 | 87 008      | 88 540 | 90 071  | 91 603  | 93 135  | 94 668  | 96 200  |
| 29     | 57 417      | 58 879  | 60 341  | 61 803  | 63 265  | 64 728  | 66 191  | 29 | 96 200      | 97 733 | 99 266  | 100 799 | 102 332 | 103 866 | 105 400 |
| 30     | 3.53 66 191 | 67 653  | 69 117  | 70 580  | 72 043  | 73 507  | 74 971  | 30 | 3.59 05 400 | 06 934 | 08 468  | 10 002  | 11 537  | 13 071  | 14 606  |
| 31     | 74 971      | 76 435  | 77 899  | 79 363  | 80 828  | 82 293  | 83 758  | 31 | 14 606      | 16 141 | 17 677  | 19 212  | 20 748  | 22 284  | 23 820  |
| 32     | 83 758      | 85 223  | 86 688  | 88 153  | 89 619  | 91 085  | 92 551  | 32 | 23 820      | 25 357 | 26 894  | 28 430  | 29 967  | 31 505  | 33 042  |
| 33     | 92 551      | 94 017  | 95 484  | 96 951  | 98 417  | 99 884  | 101 352 | 33 | 33 042      | 34 580 | 36 118  | 37 656  | 39 194  | 40 732  | 42 271  |
| 34     | 3.54 01 352 | 02 819  | 04 287  | 05 755  | 07 223  | 08 691  | 10 159  | 34 | 42 271      | 43 810 | 45 349  | 46 888  | 48 428  | 49 968  | 51 508  |
| 35     | 3.54 10 159 | 11 628  | 13 096  | 14 565  | 16 034  | 17 504  | 18 973  | 35 | 3.59 51 508 | 53 048 | 54 588  | 56 129  | 57 669  | 59 210  | 60 752  |
| 36     | 18 973      | 20 443  | 21 913  | 23 383  | 24 853  | 26 324  | 27 794  | 36 | 60 752      | 62 293 | 63 835  | 65 376  | 66 917  | 68 461  | 70 003  |
| 37     | 27 794      | 29 265  | 30 736  | 32 208  | 33 679  | 35 151  | 36 622  | 37 | 70 003      | 71 546 | 73 089  | 74 632  | 76 175  | 77 718  | 79 262  |
| 38     | 36 622      | 38 094  | 39 564  | 41 039  | 42 512  | 43 984  | 45 457  | 38 | 79 262      | 80 806 | 82 350  | 83 894  | 85 439  | 86 984  | 88 529  |
| 39     | 45 457      | 46 930  | 48 404  | 49 877  | 51 351  | 52 825  | 54 299  | 39 | 88 529      | 90 074 | 91 619  | 93 165  | 94 710  | 96 256  | 97 802  |
| 40     | 3.54 54 299 | 55 773  | 57 248  | 58 723  | 60 197  | 61 672  | 63 148  | 40 | 3.59 97 802 | 99 349 | 100 895 | 102 442 | 103 989 | 105 537 | 107 084 |
| 41     | 63 148      | 64 623  | 66 099  | 67 575  | 69 051  | 70 527  | 72 003  | 41 | 3.60 07 084 | 08 632 | 10 179  | 11 728  | 13 276  | 14 824  | 16 373  |
| 42     | 72 003      | 73 480  | 74 957  | 76 434  | 77 911  | 79 388  | 80 866  | 42 | 16 373      | 17 922 | 19 471  | 21 020  | 22 570  | 24 120  | 25 670  |
| 43     | 80 866      | 82 344  | 83 822  | 85 300  | 86 778  | 88 257  | 89 735  | 43 | 25 670      | 27 220 | 28 770  | 30 321  | 31 871  | 33 422  | 34 974  |
| 44     | 89 735      | 91 214  | 92 693  | 94 173  | 95 652  | 97 132  | 98 612  | 44 | 34 974      | 36 525 | 38 077  | 39 629  | 41 181  | 42 733  | 44 285  |
| 45     | 3.54 98 612 | 100 092 | 101 572 | 103 052 | 104 533 | 106 014 | 107 495 | 45 | 3.60 44 285 | 45 838 | 47 391  | 48 944  | 50 497  | 52 051  | 53 605  |
| 46     | 3.55 07 495 | 08 976  | 10 458  | 11 939  | 13 421  | 14 903  | 16 385  | 46 | 53 605      | 55 159 | 56 713  | 58 267  | 59 822  | 61 376  | 62 932  |
| 47     | 16 385      | 17 868  | 19 350  | 20 833  | 22 316  | 23 799  | 25 283  | 47 | 62 932      | 64 484 | 66 042  | 67 598  | 69 154  | 70 710  | 72 266  |
| 48     | 25 283      | 26 766  | 28 250  | 29 734  | 31 218  | 32 702  | 34 187  | 48 | 72 266      | 73 822 | 75 379  | 76 936  | 78 493  | 80 050  | 81 608  |
| 49     | 34 187      | 35 672  | 37 157  | 38 642  | 40 127  | 41 612  | 43 098  | 49 | 81 608      | 83 166 | 84 724  | 86 282  | 87 840  | 89 399  | 90 958  |
| 50     | 3.55 43 098 | 44 584  | 46 070  | 47 556  | 49 043  | 50 530  | 52 016  | 50 | 3.60 90 958 | 92 517 | 94 076  | 95 635  | 97 195  | 98 755  | 100 315 |
| 51     | 52 016      | 53 504  | 54 991  | 56 478  | 57 966  | 59 454  | 60 942  | 51 | 3.61 00 315 | 01 875 | 03 436  | 04 997  | 06 558  | 08 119  | 09 680  |
| 52     | 60 942      | 62 430  | 63 918  | 65 407  | 66 896  | 68 385  | 69 874  | 52 | 09 680      | 11 242 | 12 803  | 14 365  | 15 928  | 17 490  | 19 053  |
| 53     | 69 874      | 71 363  | 72 853  | 74 343  | 75 833  | 77 323  | 78 813  | 53 | 19 053      | 20 616 | 22 179  | 23 742  | 25 305  | 26 869  | 28 433  |
| 54     | 78 813      | 80 304  | 81 795  | 83 286  | 84 777  | 86 268  | 87 760  | 54 | 28 433      | 29 997 | 31 561  | 33 126  | 34 691  | 36 256  | 37 821  |
| 55     | 3.55 87 760 | 89 252  | 90 743  | 92 236  | 93 728  | 95 221  | 96 713  | 55 | 3.61 37 821 | 39 386 | 40 952  | 42 518  | 44 084  | 45 650  | 47 217  |
| 56     | 96 713      | 98 206  | 99 699  | 101 193 | 102 686 | 104 180 | 105 674 | 56 | 47 217      | 48 783 | 50 350  | 51 917  | 53 485  | 55 052  | 56 620  |
| 57     | 3.56 05 674 | 07 168  | 08 662  | 10 157  | 11 651  | 13 146  | 14 641  | 57 | 56 620      | 58 188 | 59 756  | 61 325  | 62 893  | 64 462  | 66 031  |
| 58     | 14 641      | 16 137  | 17 632  | 19 128  | 20 624  | 22 120  | 23 616  | 58 | 66 031      | 67 600 | 69 170  | 70 740  | 72 309  | 73 880  | 75 450  |
| 59     | 23 616      | 25 112  | 26 609  | 28 106  | 29 603  | 31 100  | 32 598  | 59 | 75 450      | 77 020 | 78 591  | 80 162  | 81 733  | 83 305  | 84 876  |



Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |      |             |         |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 158°   |             |         |         |         |         |         |         | 159° |             |         |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 0      | 3.61 84 876 | 86 448  | 88 020  | 89 593  | 91 165  | 92 738  | 94 311  | 0    | 3.67 65 074 | 66 727  | 68 380  | 70 034  | 71 687  | 73 341  | 74 995  |
| 1      | 94 311      | 95 884  | 97 457  | 99 031  | 100 605 | 102 179 | 103 753 | 1    | 74 995      | 76 649  | 78 304  | 79 959  | 81 614  | 83 269  | 84 925  |
| 2      | 3.62 03 753 | 05 327  | 06 902  | 08 477  | 10 052  | 11 627  | 13 203  | 2    | 84 925      | 86 580  | 88 236  | 89 893  | 91 549  | 93 206  | 94 863  |
| 3      | 13 203      | 14 778  | 16 354  | 17 930  | 19 507  | 21 083  | 22 660  | 3    | 94 863      | 96 520  | 98 177  | 99 835  | 101 493 | 103 151 | 104 809 |
| 4      | 22 660      | 24 237  | 25 814  | 27 392  | 28 970  | 30 548  | 32 126  | 4    | 3.68 04 809 | 06 468  | 08 127  | 09 786  | 11 445  | 13 105  | 14 765  |
| 5      | 3.62 32 126 | 33 704  | 35 282  | 36 861  | 38 440  | 40 019  | 41 599  | 5    | 3.68 14 765 | 16 425  | 18 085  | 19 745  | 21 406  | 23 067  | 24 728  |
| 6      | 41 599      | 43 178  | 44 758  | 46 338  | 47 919  | 49 499  | 51 080  | 6    | 24 728      | 26 390  | 28 052  | 29 713  | 31 376  | 33 038  | 34 701  |
| 7      | 51 080      | 52 661  | 54 242  | 55 823  | 57 405  | 58 987  | 60 569  | 7    | 34 701      | 36 364  | 38 027  | 39 690  | 41 354  | 43 017  | 44 682  |
| 8      | 60 569      | 62 151  | 63 733  | 65 316  | 66 899  | 68 482  | 70 065  | 8    | 44 682      | 46 346  | 48 010  | 49 675  | 51 340  | 53 006  | 54 671  |
| 9      | 70 065      | 71 649  | 73 233  | 74 817  | 76 401  | 77 985  | 79 570  | 9    | 54 671      | 56 337  | 58 003  | 59 669  | 61 335  | 63 002  | 64 669  |
| 10     | 3.62 79 570 | 81 155  | 82 740  | 84 325  | 85 911  | 87 496  | 89 082  | 10   | 3.68 64 669 | 66 336  | 68 004  | 69 671  | 71 339  | 73 007  | 74 676  |
| 11     | 89 082      | 90 668  | 92 255  | 93 841  | 95 428  | 97 015  | 98 603  | 11   | 74 676      | 76 344  | 78 013  | 79 682  | 81 352  | 83 021  | 84 691  |
| 12     | 98 603      | 100 190 | 101 778 | 103 366 | 104 954 | 106 542 | 108 131 | 12   | 84 691      | 86 361  | 88 031  | 89 702  | 91 373  | 93 044  | 94 715  |
| 13     | 3.63 08 131 | 09 720  | 11 309  | 12 898  | 14 487  | 16 077  | 17 667  | 13   | 94 715      | 96 387  | 98 058  | 99 730  | 101 402 | 103 075 | 104 748 |
| 14     | 17 667      | 19 257  | 20 847  | 22 438  | 24 029  | 25 620  | 27 211  | 14   | 3.69 04 748 | 06 421  | 08 094  | 09 767  | 11 441  | 13 115  | 14 789  |
| 15     | 3.63 27 211 | 28 802  | 30 394  | 31 986  | 33 578  | 35 170  | 36 763  | 15   | 3.69 14 789 | 16 463  | 18 138  | 19 813  | 21 488  | 23 163  | 24 839  |
| 16     | 36 763      | 38 355  | 39 948  | 41 542  | 43 135  | 44 729  | 46 323  | 16   | 24 839      | 26 515  | 28 191  | 29 867  | 31 544  | 33 221  | 34 898  |
| 17     | 46 323      | 47 917  | 49 511  | 51 105  | 52 700  | 54 295  | 55 890  | 17   | 34 898      | 36 575  | 38 252  | 39 930  | 41 608  | 43 286  | 44 965  |
| 18     | 55 890      | 57 486  | 59 081  | 60 677  | 62 273  | 63 870  | 65 466  | 18   | 44 965      | 46 642  | 48 323  | 50 002  | 51 681  | 53 361  | 55 041  |
| 19     | 65 466      | 67 063  | 68 660  | 70 257  | 71 854  | 73 452  | 75 050  | 19   | 55 041      | 56 721  | 58 402  | 60 082  | 61 763  | 63 445  | 65 126  |
| 20     | 3.63 75 050 | 76 648  | 78 246  | 79 845  | 81 443  | 83 042  | 84 641  | 20   | 3.69 65 126 | 66 808  | 68 489  | 70 172  | 71 854  | 73 537  | 75 220  |
| 21     | 84 641      | 86 241  | 87 840  | 89 440  | 91 040  | 92 641  | 94 241  | 21   | 75 220      | 76 903  | 78 586  | 80 270  | 81 953  | 83 638  | 85 322  |
| 22     | 94 241      | 95 842  | 97 443  | 99 044  | 100 645 | 102 247 | 103 849 | 22   | 85 322      | 87 006  | 88 691  | 90 376  | 92 062  | 93 747  | 95 433  |
| 23     | 3.64 03 849 | 05 451  | 07 053  | 08 656  | 10 258  | 11 861  | 13 465  | 23   | 95 433      | 97 119  | 98 805  | 100 492 | 102 179 | 103 866 | 105 553 |
| 24     | 13 465      | 15 068  | 16 672  | 18 275  | 19 879  | 21 484  | 23 088  | 24   | 3.70 05 553 | 07 241  | 08 928  | 10 616  | 12 305  | 13 993  | 15 682  |
| 25     | 3.64 23 088 | 24 693  | 26 298  | 27 903  | 29 509  | 31 114  | 32 720  | 25   | 3.70 15 682 | 17 371  | 19 060  | 20 749  | 22 439  | 24 129  | 25 819  |
| 26     | 32 720      | 34 326  | 35 932  | 37 539  | 39 146  | 40 753  | 42 360  | 26   | 25 819      | 27 510  | 29 200  | 30 891  | 32 583  | 34 274  | 35 966  |
| 27     | 42 360      | 43 967  | 45 575  | 47 183  | 48 791  | 50 399  | 52 008  | 27   | 35 966      | 37 658  | 39 350  | 41 042  | 42 735  | 44 428  | 46 121  |
| 28     | 52 008      | 53 617  | 55 226  | 56 835  | 58 444  | 60 054  | 61 664  | 28   | 46 121      | 47 814  | 49 508  | 51 202  | 52 896  | 54 591  | 56 285  |
| 29     | 61 664      | 63 274  | 64 884  | 66 495  | 68 106  | 69 717  | 71 328  | 29   | 56 285      | 57 980  | 59 675  | 61 371  | 63 066  | 64 762  | 66 458  |
| 30     | 3.64 71 328 | 72 939  | 74 551  | 76 163  | 77 775  | 79 387  | 81 000  | 30   | 3.70 66 458 | 68 155  | 69 851  | 71 548  | 73 245  | 74 942  | 76 640  |
| 31     | 81 000      | 82 613  | 84 226  | 85 839  | 87 453  | 89 066  | 90 680  | 31   | 76 640      | 78 338  | 80 036  | 81 734  | 83 433  | 85 132  | 86 831  |
| 32     | 90 680      | 92 294  | 93 909  | 95 523  | 97 138  | 98 753  | 100 369 | 32   | 86 831      | 88 530  | 90 230  | 91 930  | 93 630  | 95 330  | 97 031  |
| 33     | 3.65 00 369 | 01 984  | 03 600  | 05 216  | 06 832  | 08 449  | 10 065  | 33   | 97 031      | 98 731  | 100 433 | 102 134 | 103 835 | 105 537 | 107 239 |
| 34     | 10 065      | 11 682  | 13 299  | 14 917  | 16 534  | 18 152  | 19 770  | 34   | 3.71 07 239 | 08 942  | 10 644  | 12 347  | 14 050  | 15 753  | 17 457  |
| 35     | 3.65 19 770 | 21 388  | 23 007  | 24 625  | 26 244  | 27 863  | 29 483  | 35   | 3.71 17 457 | 19 161  | 20 865  | 22 569  | 24 274  | 25 978  | 27 683  |
| 36     | 29 483      | 31 102  | 32 722  | 34 342  | 35 963  | 37 583  | 39 204  | 36   | 27 683      | 29 389  | 31 094  | 32 800  | 34 506  | 36 212  | 37 919  |
| 37     | 39 204      | 40 825  | 42 446  | 44 067  | 45 689  | 47 311  | 48 933  | 37   | 37 919      | 39 626  | 41 333  | 43 040  | 44 748  | 46 456  | 48 164  |
| 38     | 48 933      | 50 555  | 52 178  | 53 801  | 55 424  | 57 047  | 58 671  | 38   | 48 164      | 49 872  | 51 580  | 53 289  | 54 998  | 56 708  | 58 417  |
| 39     | 58 671      | 60 294  | 61 918  | 63 542  | 65 167  | 66 791  | 68 416  | 39   | 58 417      | 60 127  | 61 837  | 63 547  | 65 258  | 66 969  | 68 680  |
| 40     | 3.65 68 416 | 70 041  | 71 667  | 73 292  | 74 918  | 76 544  | 78 170  | 40   | 3.71 68 680 | 70 391  | 72 103  | 73 814  | 75 526  | 77 239  | 78 951  |
| 41     | 78 170      | 79 797  | 81 423  | 83 050  | 84 677  | 86 305  | 87 932  | 41   | 78 951      | 80 664  | 82 377  | 84 091  | 85 804  | 87 518  | 89 232  |
| 42     | 87 932      | 89 560  | 91 188  | 92 816  | 94 445  | 96 074  | 97 703  | 42   | 89 232      | 90 946  | 92 661  | 94 376  | 96 091  | 97 806  | 99 522  |
| 43     | 97 703      | 99 332  | 100 961 | 102 591 | 104 221 | 105 851 | 107 481 | 43   | 99 522      | 101 238 | 102 954 | 104 670 | 106 387 | 108 103 | 109 821 |
| 44     | 3.66 07 481 | 09 112  | 10 743  | 12 374  | 14 005  | 15 636  | 17 268  | 44   | 3.72 09 821 | 11 538  | 13 256  | 14 973  | 16 692  | 18 410  | 20 129  |
| 45     | 3.66 17 268 | 18 900  | 20 532  | 22 165  | 23 797  | 25 430  | 27 063  | 45   | 3.72 20 129 | 21 847  | 23 566  | 25 286  | 27 006  | 28 725  | 30 446  |
| 46     | 27 063      | 28 697  | 30 330  | 31 964  | 33 598  | 35 232  | 36 867  | 46   | 30 446      | 32 166  | 33 887  | 35 607  | 37 329  | 39 050  | 40 772  |
| 47     | 36 867      | 38 502  | 40 137  | 41 772  | 43 407  | 45 043  | 46 679  | 47   | 40 772      | 42 494  | 44 216  | 45 938  | 47 661  | 49 384  | 51 107  |
| 48     | 46 679      | 48 315  | 49 951  | 51 588  | 53 225  | 54 862  | 56 499  | 48   | 51 107      | 52 830  | 54 554  | 56 278  | 58 002  | 59 727  | 61 451  |
| 49     | 56 499      | 58 136  | 59 774  | 61 412  | 63 050  | 64 689  | 66 327  | 49   | 61 451      | 63 176  | 64 902  | 66 627  | 68 353  | 70 079  | 71 805  |
| 50     | 3.66 66 327 | 67 966  | 69 605  | 71 245  | 72 884  | 74 524  | 76 164  | 50   | 3.72 71 805 | 73 531  | 75 258  | 76 985  | 78 712  | 80 440  | 82 168  |
| 51     | 76 164      | 77 805  | 79 445  | 81 085  | 82 727  | 84 368  | 86 009  | 51   | 82 168      | 83 896  | 85 624  | 87 353  | 89 081  | 90 810  | 92 540  |
| 52     | 86 009      | 87 651  | 89 293  | 90 935  | 92 578  | 94 220  | 95 863  | 52   | 92 540      | 94 269  | 95 999  | 97 729  | 99 460  | 101 190 | 102 921 |
| 53     | 95 863      | 97 506  | 99 149  | 100 793 | 102 437 | 104 081 | 105 725 | 53   | 3.73 02 921 | 04 652  | 06 383  | 08 115  | 09 847  | 11 579  | 13 311  |
| 54     | 3.67 05 725 | 07 370  | 09 014  | 10 659  | 12 304  | 13 950  | 15 595  | 54   | 13 311      | 15 044  | 16 777  | 18 510  | 20 243  | 21 977  | 23 711  |
| 55     | 3.67 15 595 | 17 241  | 18 887  | 20 534  | 22 180  | 23 827  | 25 474  | 55   | 3.73 23 711 | 25 445  | 27 180  | 28 914  | 30 649  | 32 385  | 34 120  |
| 56     | 25 474      | 27 122  | 28 769  | 30 417  | 32 065  | 33 713  | 35 362  | 56   | 34 120      | 35 856  | 37 592  | 39 328  | 41 064  | 42 801  | 44 538  |
| 57     | 35 362      | 37 010  | 38 659  | 40 308  | 41 958  | 43 607  | 45 257  | 57   | 44 538      | 46 275  | 48 013  | 49 751  | 51 489  | 53 227  | 54 966  |
| 58     | 45 257      | 46 907  | 48 558  | 50 208  | 51 859  | 53 510  | 55 161  | 58   | 54 966      | 56 704  | 58 444  | 60 183  | 61 922  | 63 662  | 65 402  |
| 59     | 55 161      | 56 813  | 58 465  | 60 117  | 61 769  | 63 421  | 65 074  | 59   | 65 402      | 67 143  | 68 883  | 70 624  | 72 365  | 74 107  | 75 849  |

## Tafel IV.

| log M. |      |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 160°   |      |      |     |     |     |     |     | 161° |     |     |     |     |     |     |     |     |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 0'     | 0"   | 10"  | 20" | 30" | 40" | 50" | 60" | 1'   | 0"  | 10" | 20" | 30" | 40" | 50" | 60" |     |      |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 0      | 3.73 | 75   | 849 | 77  | 590 | 79  | 333 | 81   | 075 | 82  | 818 | 84  | 561 | 86  | 304 | 0   | 3.80 | 20 | 262 | 22  | 102 | 23  | 943 | 25  | 783 | 27  | 624 | 29  | 466 | 31  | 307 |     |
| 1      |      | 86   | 304 | 88  | 047 | 89  | 791 | 91   | 535 | 93  | 279 | 95  | 024 | 96  | 769 | 1   |      | 31 | 307 | 33  | 149 | 34  | 991 | 36  | 833 | 38  | 676 | 40  | 519 | 42  | 362 |     |
| 2      |      | 96   | 769 | 98  | 514 | 00  | 259 | 02   | 005 | 03  | 750 | 05  | 497 | 07  | 243 | 2   |      | 42 | 362 | 44  | 206 | 46  | 049 | 47  | 894 | 49  | 738 | 51  | 583 | 53  | 428 |     |
| 3      | 3.74 | 07   | 243 | 08  | 990 | 10  | 736 | 12   | 484 | 14  | 231 | 15  | 979 | 17  | 726 | 3   |      | 53 | 428 | 55  | 273 | 57  | 118 | 58  | 964 | 60  | 810 | 62  | 657 | 64  | 503 |     |
| 4      |      | 17   | 726 | 19  | 475 | 21  | 223 | 22   | 972 | 24  | 721 | 26  | 470 | 28  | 219 | 4   |      | 64 | 503 | 66  | 350 | 68  | 198 | 70  | 045 | 71  | 893 | 73  | 741 | 75  | 589 |     |
| 5      | 3.74 | 28   | 219 | 29  | 969 | 31  | 719 | 33   | 469 | 35  | 220 | 36  | 971 | 38  | 722 | 5   | 3.80 | 75 | 589 | 77  | 438 | 79  | 287 | 81  | 136 | 82  | 986 | 84  | 836 | 86  | 686 |     |
| 6      |      | 38   | 722 | 40  | 473 | 42  | 225 | 43   | 976 | 45  | 728 | 47  | 481 | 49  | 233 | 6   |      | 86 | 686 | 88  | 536 | 90  | 387 | 92  | 238 | 94  | 089 | 95  | 941 | 97  | 793 |     |
| 7      |      | 49   | 233 | 50  | 986 | 52  | 739 | 54   | 493 | 56  | 247 | 58  | 000 | 59  | 755 | 7   |      | 97 | 793 | 99  | 645 | 01  | 498 | 03  | 350 | 05  | 203 | 07  | 057 | 08  | 910 |     |
| 8      |      | 59   | 755 | 61  | 509 | 63  | 264 | 65   | 019 | 66  | 774 | 68  | 530 | 70  | 285 | 8   | 3.81 | 08 | 910 | 10  | 764 | 12  | 619 | 14  | 473 | 16  | 328 | 18  | 183 | 20  | 038 |     |
| 9      |      | 70   | 285 | 72  | 041 | 73  | 798 | 75   | 554 | 77  | 311 | 79  | 068 | 80  | 825 | 9   |      | 20 | 038 | 21  | 894 | 23  | 750 | 25  | 606 | 27  | 463 | 29  | 320 | 31  | 177 |     |
| 10     | 3.74 | 80   | 825 | 82  | 583 | 84  | 341 | 86   | 099 | 87  | 857 | 89  | 616 | 91  | 375 | 10  | 3.81 | 31 | 177 | 33  | 034 | 34  | 892 | 36  | 750 | 38  | 608 | 40  | 467 | 42  | 325 |     |
| 11     |      | 91   | 375 | 93  | 134 | 94  | 894 | 96   | 653 | 98  | 413 | 00  | 174 | 01  | 934 | 11  |      | 42 | 325 | 44  | 185 | 46  | 044 | 47  | 904 | 49  | 764 | 51  | 624 | 53  | 485 |     |
| 12     | 3.75 | 01   | 934 | 03  | 695 | 05  | 456 | 07   | 217 | 08  | 979 | 10  | 741 | 12  | 503 | 12  |      | 53 | 485 | 55  | 346 | 57  | 207 | 59  | 069 | 60  | 930 | 62  | 792 | 64  | 655 |     |
| 13     |      | 12   | 503 | 14  | 265 | 16  | 028 | 17   | 791 | 19  | 554 | 21  | 317 | 23  | 081 | 13  |      | 64 | 655 | 66  | 517 | 68  | 380 | 70  | 244 | 72  | 107 | 73  | 971 | 75  | 835 |     |
| 14     |      | 23   | 081 | 24  | 845 | 26  | 609 | 28   | 374 | 30  | 138 | 31  | 903 | 33  | 669 | 14  |      | 75 | 835 | 77  | 700 | 79  | 564 | 81  | 429 | 83  | 295 | 85  | 160 | 87  | 026 |     |
| 15     | 3.75 | 33   | 669 | 35  | 434 | 37  | 200 | 38   | 966 | 40  | 732 | 42  | 499 | 44  | 266 | 15  | 3.81 | 87 | 026 | 88  | 892 | 90  | 759 | 92  | 626 | 94  | 493 | 96  | 360 | 98  | 228 |     |
| 16     |      | 44   | 266 | 46  | 033 | 47  | 800 | 49   | 568 | 51  | 336 | 53  | 104 | 54  | 873 | 16  |      | 98 | 228 | 00  | 096 | 01  | 964 | 03  | 833 | 05  | 702 | 07  | 571 | 09  | 440 |     |
| 17     |      | 54   | 873 | 56  | 642 | 58  | 411 | 60   | 180 | 61  | 949 | 63  | 719 | 65  | 489 | 17  | 3.82 | 09 | 440 | 11  | 310 | 13  | 180 | 15  | 050 | 16  | 921 | 18  | 792 | 20  | 663 |     |
| 18     |      | 65   | 489 | 67  | 260 | 69  | 030 | 70   | 801 | 72  | 572 | 74  | 344 | 76  | 115 | 18  |      | 20 | 663 | 22  | 534 | 24  | 406 | 26  | 278 | 28  | 151 | 30  | 023 | 31  | 896 |     |
| 19     |      | 76   | 115 | 77  | 887 | 79  | 659 | 81   | 432 | 83  | 205 | 84  | 978 | 86  | 751 | 19  |      | 31 | 896 | 33  | 770 | 35  | 643 | 37  | 517 | 39  | 391 | 41  | 266 | 43  | 141 |     |
| 20     | 3.75 | 86   | 751 | 88  | 525 | 90  | 298 | 92   | 072 | 93  | 847 | 95  | 621 | 97  | 396 | 20  | 3.82 | 43 | 141 | 45  | 016 | 46  | 891 | 48  | 767 | 50  | 643 | 52  | 519 | 54  | 395 |     |
| 21     |      | 97   | 396 | 99  | 172 | 00  | 947 | 02   | 723 | 04  | 499 | 06  | 275 | 08  | 051 | 21  |      | 54 | 395 | 56  | 272 | 58  | 149 | 60  | 027 | 61  | 905 | 63  | 783 | 65  | 661 |     |
| 22     | 3.76 | 08   | 051 | 09  | 828 | 11  | 605 | 13   | 383 | 15  | 160 | 16  | 938 | 18  | 716 | 22  |      | 65 | 661 | 67  | 540 | 69  | 419 | 71  | 298 | 73  | 177 | 75  | 057 | 76  | 937 |     |
| 23     |      | 18   | 716 | 20  | 494 | 22  | 273 | 24   | 052 | 25  | 831 | 27  | 611 | 29  | 390 | 23  |      | 76 | 937 | 78  | 810 | 80  | 698 | 82  | 579 | 84  | 461 | 86  | 342 | 88  | 224 |     |
| 24     |      | 29   | 390 | 31  | 170 | 32  | 951 | 34   | 731 | 36  | 512 | 38  | 293 | 40  | 075 | 24  |      | 88 | 224 | 90  | 106 | 91  | 989 | 93  | 872 | 95  | 755 | 97  | 638 | 99  | 523 |     |
| 25     | 3.76 | 40   | 075 | 41  | 856 | 43  | 638 | 45   | 420 | 47  | 203 | 48  | 985 | 50  | 768 | 25  | 3.82 | 99 | 522 | 01  | 406 | 03  | 290 | 05  | 175 | 07  | 060 | 08  | 945 | 10  | 831 |     |
| 26     |      | 50   | 768 | 52  | 552 | 54  | 335 | 56   | 119 | 57  | 903 | 59  | 687 | 61  | 472 | 26  | 3.83 | 10 | 831 | 12  | 716 | 14  | 602 | 16  | 489 | 18  | 376 | 20  | 263 | 22  | 150 |     |
| 27     |      | 61   | 472 | 63  | 257 | 65  | 042 | 66   | 827 | 68  | 613 | 70  | 399 | 72  | 185 | 27  |      | 22 | 150 | 24  | 037 | 25  | 925 | 27  | 814 | 29  | 702 | 31  | 591 | 33  | 480 |     |
| 28     |      | 72   | 185 | 73  | 972 | 75  | 758 | 77   | 545 | 79  | 333 | 81  | 126 | 82  | 908 | 28  |      | 33 | 480 | 35  | 369 | 37  | 259 | 39  | 149 | 41  | 039 | 42  | 930 | 44  | 821 |     |
| 29     |      | 82   | 908 | 84  | 696 | 86  | 485 | 88   | 273 | 90  | 062 | 91  | 852 | 93  | 641 | 29  |      | 44 | 821 | 46  | 712 | 48  | 604 | 50  | 495 | 52  | 388 | 54  | 280 | 56  | 173 |     |
| 30     | 3.76 | 93   | 641 | 95  | 431 | 97  | 221 | 99   | 011 | 00  | 802 | 02  | 593 | 04  | 384 | 30  | 3.83 | 56 | 173 | 58  | 066 | 59  | 959 | 61  | 853 | 63  | 747 | 65  | 641 | 67  | 535 |     |
| 31     |      | 3.77 | 04  | 384 | 06  | 175 | 07  | 967  | 09  | 759 | 11  | 551 | 13  | 344 | 15  | 136 | 31   |    | 67  | 535 | 69  | 430 | 71  | 325 | 73  | 221 | 75  | 117 | 77  | 013 | 78  | 909 |
| 32     |      | 15   | 136 | 16  | 929 | 18  | 723 | 20   | 516 | 22  | 310 | 24  | 104 | 25  | 899 | 32  |      | 78 | 909 | 80  | 806 | 82  | 703 | 84  | 600 | 86  | 497 | 88  | 395 | 90  | 293 |     |
| 33     |      | 25   | 899 | 27  | 693 | 29  | 488 | 31   | 284 | 33  | 079 | 34  | 875 | 36  | 671 | 33  |      | 90 | 293 | 92  | 192 | 94  | 091 | 95  | 990 | 97  | 889 | 99  | 788 | 01  | 689 |     |
| 34     |      | 36   | 671 | 38  | 467 | 40  | 264 | 42   | 061 | 43  | 858 | 45  | 655 | 47  | 453 | 34  | 3.84 | 01 | 689 | 03  | 589 | 05  | 490 | 07  | 391 | 09  | 292 | 11  | 193 | 13  | 095 |     |
| 35     | 3.77 | 47   | 453 | 49  | 251 | 51  | 049 | 52   | 848 | 54  | 646 | 56  | 446 | 58  | 245 | 35  | 3.84 | 13 | 095 | 14  | 997 | 16  | 900 | 18  | 803 | 20  | 706 | 22  | 609 | 24  | 513 |     |
| 36     |      | 58   | 245 | 60  | 044 | 61  | 844 | 63   | 645 | 65  | 445 | 67  | 246 | 69  | 047 | 36  |      | 24 | 513 | 26  | 417 | 28  | 321 | 30  | 225 | 32  | 130 | 34  | 035 | 35  | 941 |     |
| 37     |      | 69   | 047 | 70  | 848 | 72  | 650 | 74   | 451 | 76  | 253 | 78  | 056 | 79  | 859 | 37  |      | 35 | 941 | 37  | 847 | 39  | 753 | 41  | 659 | 43  | 566 | 45  | 473 | 47  | 380 |     |
| 38     |      | 79   | 859 | 81  | 661 | 83  | 465 | 85   | 268 | 87  | 072 | 88  | 876 | 90  | 680 | 38  |      | 47 | 380 | 49  | 288 | 51  | 196 | 53  | 104 | 55  | 013 | 56  | 921 | 58  | 831 |     |
| 39     |      | 90   | 680 | 92  | 485 | 94  | 290 | 96   | 095 | 97  | 900 | 99  | 706 | 01  | 512 | 39  |      | 58 | 831 | 60  | 740 | 62  | 650 | 64  | 560 | 66  | 470 | 68  | 381 | 70  | 292 |     |
| 40     | 3.78 | 01   | 512 | 03  | 318 | 05  | 125 | 06   | 931 | 08  | 739 | 10  | 546 | 12  | 354 | 40  | 3.84 | 70 | 292 | 72  | 203 | 74  | 115 | 76  | 027 | 77  | 939 | 79  | 852 | 81  | 764 |     |
| 41     |      | 12   | 354 | 14  | 161 | 15  | 970 | 17   | 778 | 19  | 587 | 21  | 396 | 23  | 205 | 41  |      | 81 | 764 | 83  | 678 | 85  | 591 | 87  | 505 | 89  | 419 | 91  | 333 | 93  | 248 |     |
| 42     |      | 23   | 205 | 25  | 015 | 26  | 825 | 28   | 635 | 30  | 445 | 32  | 256 | 34  | 067 | 42  |      | 93 | 248 | 95  | 163 | 97  | 078 | 98  | 994 | 00  | 910 | 02  | 826 | 04  | 743 |     |
| 43     |      | 34   | 067 | 35  | 878 | 37  | 690 | 39   | 501 | 41  | 314 | 43  | 126 | 44  | 939 | 43  | 3.85 | 04 | 743 | 06  | 659 | 08  | 577 | 10  | 494 | 12  | 412 | 14  | 330 | 16  | 248 |     |
| 44     |      | 44   | 939 | 46  | 751 | 48  | 565 | 50   | 378 | 52  | 192 | 54  | 006 | 55  | 820 | 44  |      | 16 | 248 | 18  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |



Tafel IV.

log M.

| log M. |             |        |        |        |        |         |         |    |             |        |        |        |        |        |        |      |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 162°   |             |        |        |        |        |         |         |    |             |        |        |        |        |        |        | 163° |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |        |        |        |        |
| v      | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0'     | 3.87 01 870 | 03 819 | 05 768 | 07 717 | 09 667 | 11 617  | 13 568  | 0' | 3.94 24 830 | 26 900 | 28 971 | 31 042 | 33 113 | 35 185 | 37 256 | 0'   | 3.94 24 830 | 26 900 | 28 971 | 31 042 | 33 113 | 35 185 | 37 256 | 0' | 3.94 24 830 | 26 900 | 28 971 | 31 042 | 33 113 | 35 185 | 37 256 |
| 1      | 13 568      | 15 519 | 17 470 | 19 421 | 21 373 | 23 325  | 25 277  | 1  | 37 256      | 39 329 | 41 401 | 43 475 | 45 548 | 47 622 | 49 696 | 1    | 37 256      | 39 329 | 41 401 | 43 475 | 45 548 | 47 622 | 49 696 | 1  | 37 256      | 39 329 | 41 401 | 43 475 | 45 548 | 47 622 | 49 696 |
| 2      | 25 277      | 27 230 | 29 183 | 31 136 | 33 090 | 35 044  | 36 998  | 2  | 49 696      | 51 770 | 53 845 | 55 920 | 57 996 | 60 072 | 62 148 | 2    | 49 696      | 51 770 | 53 845 | 55 920 | 57 996 | 60 072 | 62 148 | 2  | 49 696      | 51 770 | 53 845 | 55 920 | 57 996 | 60 072 | 62 148 |
| 3      | 36 998      | 38 953 | 40 908 | 42 863 | 44 819 | 46 775  | 48 731  | 3  | 62 148      | 64 225 | 66 302 | 68 379 | 70 457 | 72 535 | 74 613 | 3    | 62 148      | 64 225 | 66 302 | 68 379 | 70 457 | 72 535 | 74 613 | 3  | 62 148      | 64 225 | 66 302 | 68 379 | 70 457 | 72 535 | 74 613 |
| 4      | 48 731      | 50 687 | 52 644 | 54 601 | 56 559 | 58 517  | 60 475  | 4  | 74 613      | 76 692 | 78 771 | 80 850 | 82 930 | 85 010 | 87 091 | 4    | 74 613      | 76 692 | 78 771 | 80 850 | 82 930 | 85 010 | 87 091 | 4  | 74 613      | 76 692 | 78 771 | 80 850 | 82 930 | 85 010 | 87 091 |
| 5      | 3.87 60 475 | 62 433 | 64 392 | 66 351 | 68 311 | 70 270  | 72 231  | 5  | 3.94 87 091 | 89 172 | 91 253 | 93 335 | 95 417 | 97 499 | 99 582 | 5    | 3.94 87 091 | 89 172 | 91 253 | 93 335 | 95 417 | 97 499 | 99 582 | 5  | 3.94 87 091 | 89 172 | 91 253 | 93 335 | 95 417 | 97 499 | 99 582 |
| 6      | 72 231      | 74 191 | 76 152 | 78 113 | 80 074 | 82 036  | 83 998  | 6  | 99 582      | 01 665 | 03 749 | 05 832 | 07 917 | 10 001 | 12 086 | 6    | 99 582      | 01 665 | 03 749 | 05 832 | 07 917 | 10 001 | 12 086 | 6  | 99 582      | 01 665 | 03 749 | 05 832 | 07 917 | 10 001 | 12 086 |
| 7      | 83 998      | 85 960 | 87 923 | 89 886 | 91 849 | 93 813  | 95 777  | 7  | 3.95 12 086 | 14 171 | 16 257 | 18 343 | 20 429 | 22 516 | 24 603 | 7    | 3.95 12 086 | 14 171 | 16 257 | 18 343 | 20 429 | 22 516 | 24 603 | 7  | 3.95 12 086 | 14 171 | 16 257 | 18 343 | 20 429 | 22 516 | 24 603 |
| 8      | 95 777      | 97 741 | 99 705 | 01 670 | 03 636 | 05 601  | 07 567  | 8  | 24 603      | 26 690 | 28 778 | 30 866 | 32 955 | 35 044 | 37 133 | 8    | 24 603      | 26 690 | 28 778 | 30 866 | 32 955 | 35 044 | 37 133 | 8  | 24 603      | 26 690 | 28 778 | 30 866 | 32 955 | 35 044 | 37 133 |
| 9      | 3.88 07 567 | 09 533 | 11 500 | 13 467 | 15 434 | 17 401  | 19 369  | 9  | 37 133      | 39 222 | 41 312 | 43 403 | 45 493 | 47 585 | 49 676 | 9    | 37 133      | 39 222 | 41 312 | 43 403 | 45 493 | 47 585 | 49 676 | 9  | 37 133      | 39 222 | 41 312 | 43 403 | 45 493 | 47 585 | 49 676 |
| 10     | 3.88 19 369 | 21 337 | 23 306 | 25 275 | 27 244 | 29 213  | 31 183  | 10 | 3.95 49 676 | 51 768 | 53 860 | 55 952 | 58 045 | 60 138 | 62 232 | 10   | 3.95 49 676 | 51 768 | 53 860 | 55 952 | 58 045 | 60 138 | 62 232 | 10 | 3.95 49 676 | 51 768 | 53 860 | 55 952 | 58 045 | 60 138 | 62 232 |
| 11     | 31 183      | 33 153 | 35 124 | 37 094 | 39 065 | 41 037  | 43 009  | 11 | 62 232      | 64 326 | 66 420 | 68 515 | 70 610 | 72 705 | 74 801 | 11   | 62 232      | 64 326 | 66 420 | 68 515 | 70 610 | 72 705 | 74 801 | 11 | 62 232      | 64 326 | 66 420 | 68 515 | 70 610 | 72 705 | 74 801 |
| 12     | 43 009      | 44 981 | 46 953 | 48 926 | 50 899 | 52 872  | 54 846  | 12 | 74 801      | 76 897 | 78 994 | 81 091 | 83 188 | 85 286 | 87 384 | 12   | 74 801      | 76 897 | 78 994 | 81 091 | 83 188 | 85 286 | 87 384 | 12 | 74 801      | 76 897 | 78 994 | 81 091 | 83 188 | 85 286 | 87 384 |
| 13     | 54 846      | 56 820 | 58 794 | 60 769 | 62 744 | 64 719  | 66 695  | 13 | 87 384      | 89 482 | 91 581 | 93 680 | 95 779 | 97 879 | 99 979 | 13   | 87 384      | 89 482 | 91 581 | 93 680 | 95 779 | 97 879 | 99 979 | 13 | 87 384      | 89 482 | 91 581 | 93 680 | 95 779 | 97 879 | 99 979 |
| 14     | 66 695      | 68 671 | 70 647 | 72 624 | 74 601 | 76 578  | 78 555  | 14 | 99 979      | 02 080 | 04 181 | 06 282 | 08 383 | 10 485 | 12 588 | 14   | 99 979      | 02 080 | 04 181 | 06 282 | 08 383 | 10 485 | 12 588 | 14 | 99 979      | 02 080 | 04 181 | 06 282 | 08 383 | 10 485 | 12 588 |
| 15     | 3.88 78 555 | 80 533 | 82 512 | 84 490 | 86 469 | 88 448  | 90 428  | 15 | 3.96 12 588 | 14 691 | 16 794 | 18 897 | 21 001 | 23 105 | 25 210 | 15   | 3.96 12 588 | 14 691 | 16 794 | 18 897 | 21 001 | 23 105 | 25 210 | 15 | 3.96 12 588 | 14 691 | 16 794 | 18 897 | 21 001 | 23 105 | 25 210 |
| 16     | 90 428      | 92 408 | 94 388 | 96 369 | 98 350 | 100 331 | 102 312 | 16 | 25 210      | 27 315 | 29 420 | 31 526 | 33 632 | 35 738 | 37 845 | 16   | 25 210      | 27 315 | 29 420 | 31 526 | 33 632 | 35 738 | 37 845 | 16 | 25 210      | 27 315 | 29 420 | 31 526 | 33 632 | 35 738 | 37 845 |
| 17     | 3.89 02 312 | 04 294 | 06 276 | 08 259 | 10 242 | 12 225  | 14 209  | 17 | 37 845      | 39 952 | 42 059 | 44 167 | 46 276 | 48 384 | 50 493 | 17   | 37 845      | 39 952 | 42 059 | 44 167 | 46 276 | 48 384 | 50 493 | 17 | 37 845      | 39 952 | 42 059 | 44 167 | 46 276 | 48 384 | 50 493 |
| 18     | 14 209      | 16 192 | 18 177 | 20 161 | 22 146 | 24 131  | 26 117  | 18 | 50 493      | 52 603 | 54 712 | 56 822 | 58 933 | 61 044 | 63 155 | 18   | 50 493      | 52 603 | 54 712 | 56 822 | 58 933 | 61 044 | 63 155 | 18 | 50 493      | 52 603 | 54 712 | 56 822 | 58 933 | 61 044 | 63 155 |
| 19     | 26 117      | 28 102 | 30 089 | 32 075 | 34 062 | 36 049  | 38 037  | 19 | 63 155      | 65 266 | 67 378 | 69 491 | 71 603 | 73 716 | 75 830 | 19   | 63 155      | 65 266 | 67 378 | 69 491 | 71 603 | 73 716 | 75 830 | 19 | 63 155      | 65 266 | 67 378 | 69 491 | 71 603 | 73 716 | 75 830 |
| 20     | 3.89 38 037 | 40 024 | 42 012 | 44 001 | 45 990 | 47 979  | 49 968  | 20 | 3.96 75 830 | 77 944 | 80 058 | 82 172 | 84 287 | 86 403 | 88 518 | 20   | 3.96 75 830 | 77 944 | 80 058 | 82 172 | 84 287 | 86 403 | 88 518 | 20 | 3.96 75 830 | 77 944 | 80 058 | 82 172 | 84 287 | 86 403 | 88 518 |
| 21     | 49 968      | 51 958 | 53 948 | 55 939 | 57 929 | 59 921  | 61 912  | 21 | 88 518      | 90 634 | 92 751 | 94 867 | 96 984 | 99 102 | 01 220 | 21   | 88 518      | 90 634 | 92 751 | 94 867 | 96 984 | 99 102 | 01 220 | 21 | 88 518      | 90 634 | 92 751 | 94 867 | 96 984 | 99 102 | 01 220 |
| 22     | 61 912      | 63 904 | 65 896 | 67 888 | 69 881 | 71 874  | 73 868  | 22 | 3.97 01 220 | 03 338 | 05 457 | 07 576 | 09 695 | 11 815 | 13 935 | 22   | 3.97 01 220 | 03 338 | 05 457 | 07 576 | 09 695 | 11 815 | 13 935 | 22 | 3.97 01 220 | 03 338 | 05 457 | 07 576 | 09 695 | 11 815 | 13 935 |
| 23     | 73 868      | 75 861 | 77 856 | 79 850 | 81 845 | 83 840  | 85 835  | 23 | 13 935      | 16 055 | 18 176 | 20 297 | 22 419 | 24 541 | 26 663 | 23   | 13 935      | 16 055 | 18 176 | 20 297 | 22 419 | 24 541 | 26 663 | 23 | 13 935      | 16 055 | 18 176 | 20 297 | 22 419 | 24 541 | 26 663 |
| 24     | 85 835      | 87 831 | 89 827 | 91 824 | 93 820 | 95 818  | 97 815  | 24 | 26 663      | 28 786 | 30 909 | 33 033 | 35 157 | 37 281 | 39 405 | 24   | 26 663      | 28 786 | 30 909 | 33 033 | 35 157 | 37 281 | 39 405 | 24 | 26 663      | 28 786 | 30 909 | 33 033 | 35 157 | 37 281 | 39 405 |
| 25     | 3.89 97 815 | 99 813 | 01 811 | 03 809 | 05 808 | 07 807  | 09 807  | 25 | 3.97 39 405 | 41 530 | 43 656 | 45 781 | 47 907 | 50 034 | 52 161 | 25   | 3.97 39 405 | 41 530 | 43 656 | 45 781 | 47 907 | 50 034 | 52 161 | 25 | 3.97 39 405 | 41 530 | 43 656 | 45 781 | 47 907 | 50 034 | 52 161 |
| 26     | 3.90 09 807 | 11 806 | 13 806 | 15 807 | 17 808 | 19 809  | 21 810  | 26 | 52 161      | 54 288 | 56 416 | 58 543 | 60 672 | 62 801 | 64 930 | 26   | 52 161      | 54 288 | 56 416 | 58 543 | 60 672 | 62 801 | 64 930 | 26 | 52 161      | 54 288 | 56 416 | 58 543 | 60 672 | 62 801 | 64 930 |
| 27     | 21 810      | 23 812 | 25 814 | 27 817 | 29 819 | 31 823  | 33 826  | 27 | 64 930      | 67 059 | 69 189 | 71 319 | 73 450 | 75 581 | 77 712 | 27   | 64 930      | 67 059 | 69 189 | 71 319 | 73 450 | 75 581 | 77 712 | 27 | 64 930      | 67 059 | 69 189 | 71 319 | 73 450 | 75 581 | 77 712 |
| 28     | 33 826      | 35 830 | 37 834 | 39 838 | 41 843 | 43 848  | 45 854  | 28 | 77 712      | 79 844 | 81 976 | 84 108 | 86 241 | 88 374 | 90 508 | 28   | 77 712      | 79 844 | 81 976 | 84 108 | 86 241 | 88 374 | 90 508 | 28 | 77 712      | 79 844 | 81 976 | 84 108 | 86 241 | 88 374 | 90 508 |
| 29     | 45 854      | 47 860 | 49 866 | 51 872 | 53 879 | 55 886  | 57 894  | 29 | 90 508      | 92 642 | 94 776 | 96 911 | 99 046 | 01 182 | 03 318 | 29   | 90 508      | 92 642 | 94 776 | 96 911 | 99 046 | 01 182 | 03 318 | 29 | 90 508      | 92 642 | 94 776 | 96 911 | 99 046 | 01 182 | 03 318 |
| 30     | 3.90 57 894 | 59 901 | 61 910 |        |        |         |         |    |             |        |        |        |        |        |        |      |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |        |        |        |        |



Tafel IV.

log M.

| 164° |             |        |        |        |        |        |        | 165° |             |        |        |        |        |        |        |
|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0    | 4.01 94 053 | 96 259 | 98 466 | 00 673 | 02 881 | 05 089 | 07 297 | 0    | 4.10 15 396 | 17 756 | 20 117 | 22 478 | 24 840 | 27 202 | 29 564 |
| 1    | 4.02 07 297 | 09 506 | 11 715 | 13 925 | 16 135 | 18 345 | 20 556 | 1    | 29 564      | 31 927 | 34 291 | 36 655 | 39 019 | 41 384 | 43 750 |
| 2    | 20 556      | 22 767 | 24 979 | 27 191 | 29 403 | 31 616 | 33 829 | 2    | 43 750      | 46 116 | 48 482 | 50 849 | 53 216 | 55 583 | 57 952 |
| 3    | 33 829      | 36 043 | 38 257 | 40 471 | 42 686 | 44 901 | 47 117 | 3    | 57 952      | 60 320 | 62 689 | 65 059 | 67 429 | 69 799 | 72 170 |
| 4    | 47 117      | 49 333 | 51 549 | 53 766 | 55 983 | 58 201 | 60 419 | 4    | 72 170      | 74 541 | 76 913 | 79 285 | 81 658 | 84 031 | 86 405 |
| 5    | 4.02 60 419 | 62 638 | 64 856 | 67 076 | 69 295 | 71 515 | 73 736 | 5    | 4.10 86 405 | 88 779 | 91 153 | 93 528 | 95 904 | 98 280 | 00 656 |
| 6    | 73 736      | 75 957 | 78 178 | 80 400 | 82 622 | 84 844 | 87 067 | 6    | 4.11 00 656 | 03 033 | 05 410 | 07 788 | 10 166 | 12 545 | 14 924 |
| 7    | 87 067      | 89 291 | 91 514 | 93 739 | 95 963 | 98 188 | 00 414 | 7    | 14 924      | 17 304 | 19 684 | 22 064 | 24 445 | 26 827 | 29 209 |
| 8    | 4.03 00 414 | 02 639 | 04 866 | 07 092 | 09 319 | 11 547 | 13 774 | 8    | 29 209      | 31 591 | 33 974 | 36 358 | 38 741 | 41 126 | 43 510 |
| 9    | 13 774      | 16 003 | 18 231 | 20 460 | 22 690 | 24 920 | 27 150 | 9    | 43 510      | 45 895 | 48 281 | 50 667 | 53 054 | 55 441 | 57 828 |
| 10   | 4.03 27 150 | 29 381 | 31 612 | 33 843 | 36 075 | 38 308 | 40 540 | 10   | 4.11 57 828 | 60 216 | 62 605 | 64 994 | 67 383 | 69 773 | 72 163 |
| 11   | 40 540      | 42 773 | 45 007 | 47 241 | 49 475 | 51 710 | 53 945 | 11   | 72 163      | 74 554 | 76 945 | 79 337 | 81 729 | 84 122 | 86 515 |
| 12   | 53 945      | 56 181 | 58 417 | 60 653 | 62 890 | 65 128 | 67 365 | 12   | 86 515      | 88 909 | 91 303 | 93 697 | 96 092 | 98 488 | 00 884 |
| 13   | 67 365      | 69 603 | 71 842 | 74 081 | 76 320 | 78 560 | 80 800 | 13   | 4.12 00 884 | 03 280 | 05 677 | 08 074 | 10 472 | 12 870 | 15 269 |
| 14   | 80 800      | 83 041 | 85 282 | 87 523 | 89 765 | 92 007 | 94 250 | 14   | 15 269      | 17 668 | 20 068 | 22 468 | 24 869 | 27 270 | 29 671 |
| 15   | 4.03 94 250 | 96 493 | 98 736 | 00 980 | 03 224 | 05 469 | 07 714 | 15   | 4.12 29 671 | 32 073 | 34 476 | 36 879 | 39 282 | 41 686 | 44 091 |
| 16   | 4.04 07 714 | 09 960 | 12 206 | 14 452 | 16 699 | 18 946 | 21 194 | 16   | 44 091      | 46 496 | 48 901 | 51 307 | 53 713 | 56 120 | 58 527 |
| 17   | 21 194      | 23 442 | 25 690 | 27 939 | 30 188 | 32 438 | 34 688 | 17   | 58 527      | 60 935 | 63 343 | 65 752 | 68 161 | 70 570 | 72 980 |
| 18   | 34 688      | 36 939 | 39 189 | 41 441 | 43 693 | 45 945 | 48 197 | 18   | 72 980      | 75 391 | 77 802 | 80 213 | 82 625 | 85 038 | 87 451 |
| 19   | 48 197      | 50 450 | 52 704 | 54 958 | 57 212 | 59 467 | 61 722 | 19   | 87 451      | 89 864 | 92 278 | 94 692 | 97 107 | 99 524 | 01 938 |
| 20   | 4.04 61 722 | 63 977 | 66 233 | 68 490 | 70 747 | 73 004 | 75 261 | 20   | 4.13 01 938 | 04 355 | 06 771 | 09 188 | 11 606 | 14 024 | 16 443 |
| 21   | 75 261      | 77 519 | 79 778 | 82 037 | 84 296 | 86 556 | 88 816 | 21   | 16 443      | 18 862 | 21 282 | 23 702 | 26 122 | 28 543 | 30 965 |
| 22   | 88 816      | 91 077 | 93 338 | 95 599 | 97 861 | 00 123 | 02 386 | 22   | 30 965      | 33 387 | 35 809 | 38 232 | 40 656 | 43 079 | 45 504 |
| 23   | 4.05 02 386 | 04 649 | 06 912 | 09 176 | 11 441 | 13 705 | 15 971 | 23   | 45 504      | 47 929 | 50 354 | 52 780 | 55 206 | 57 633 | 60 060 |
| 24   | 15 971      | 18 236 | 20 502 | 22 769 | 25 036 | 27 303 | 29 571 | 24   | 60 060      | 62 488 | 64 916 | 67 345 | 69 774 | 72 204 | 74 634 |
| 25   | 4.05 29 571 | 31 839 | 34 107 | 36 376 | 38 646 | 40 916 | 43 186 | 25   | 4.13 74 634 | 77 064 | 79 496 | 81 927 | 84 359 | 86 792 | 89 225 |
| 26   | 43 186      | 45 457 | 47 728 | 49 999 | 52 271 | 54 544 | 56 816 | 26   | 89 225      | 91 658 | 94 092 | 96 527 | 98 962 | 01 397 | 03 833 |
| 27   | 56 816      | 59 090 | 61 363 | 63 637 | 65 912 | 68 187 | 70 462 | 27   | 4.14 03 833 | 06 270 | 08 706 | 11 144 | 13 582 | 16 020 | 18 459 |
| 28   | 70 462      | 72 738 | 75 014 | 77 291 | 79 568 | 81 845 | 84 123 | 28   | 18 459      | 20 898 | 23 338 | 25 778 | 28 219 | 30 660 | 33 102 |
| 29   | 84 123      | 86 400 | 88 681 | 90 960 | 93 239 | 95 519 | 97 800 | 29   | 33 102      | 35 544 | 37 987 | 40 430 | 42 874 | 45 318 | 47 763 |
| 30   | 4.05 97 800 | 00 081 | 02 362 | 04 644 | 06 926 | 09 209 | 11 492 | 30   | 4.14 47 763 | 50 208 | 52 654 | 55 100 | 57 546 | 59 993 | 62 441 |
| 31   | 4.06 11 492 | 13 775 | 16 059 | 18 343 | 20 628 | 22 913 | 25 199 | 31   | 62 441      | 64 889 | 67 338 | 69 787 | 72 236 | 74 686 | 77 137 |
| 32   | 25 199      | 27 485 | 29 772 | 32 058 | 34 346 | 36 634 | 38 922 | 32   | 77 137      | 79 588 | 82 039 | 84 491 | 86 944 | 89 397 | 91 850 |
| 33   | 38 922      | 41 210 | 43 499 | 45 789 | 48 079 | 50 369 | 52 660 | 33   | 91 850      | 94 304 | 96 759 | 99 214 | 01 669 | 04 125 | 06 581 |
| 34   | 52 660      | 54 951 | 57 243 | 59 535 | 61 827 | 64 120 | 66 414 | 34   | 4.15 06 581 | 09 038 | 11 499 | 13 954 | 16 412 | 18 871 | 21 330 |
| 35   | 4.06 66 414 | 68 707 | 71 002 | 73 296 | 75 591 | 77 887 | 80 183 | 35   | 4.15 21 330 | 23 790 | 26 250 | 28 711 | 31 173 | 33 634 | 36 097 |
| 36   | 80 183      | 82 479 | 84 776 | 87 073 | 89 371 | 91 669 | 93 968 | 36   | 36 097      | 38 560 | 41 023 | 43 487 | 45 951 | 48 416 | 50 881 |
| 37   | 93 968      | 96 267 | 98 566 | 00 866 | 03 166 | 05 467 | 07 768 | 37   | 50 881      | 53 347 | 55 813 | 58 280 | 60 747 | 63 215 | 65 683 |
| 38   | 4.07 07 768 | 10 070 | 12 372 | 14 674 | 16 977 | 19 280 | 21 584 | 38   | 65 683      | 68 155 | 70 627 | 73 099 | 75 561 | 78 032 | 80 503 |
| 39   | 21 584      | 23 888 | 26 193 | 28 498 | 30 804 | 33 110 | 35 416 | 39   | 80 503      | 82 975 | 85 447 | 87 920 | 90 393 | 92 867 | 95 341 |
| 40   | 4.07 35 416 | 37 723 | 40 030 | 42 338 | 44 646 | 46 954 | 49 263 | 40   | 4.15 95 341 | 97 816 | 00 291 | 02 767 | 05 243 | 07 720 | 10 197 |
| 41   | 49 263      | 51 573 | 53 883 | 56 193 | 58 504 | 60 815 | 63 127 | 41   | 4.16 10 197 | 12 674 | 15 152 | 17 631 | 20 111 | 22 590 | 25 071 |
| 42   | 63 127      | 65 439 | 67 751 | 70 064 | 72 378 | 74 691 | 77 006 | 42   | 25 071      | 27 551 | 30 032 | 32 514 | 34 996 | 37 479 | 39 962 |
| 43   | 77 006      | 79 320 | 81 635 | 83 951 | 86 267 | 88 583 | 90 900 | 43   | 39 962      | 42 446 | 44 930 | 47 415 | 49 900 | 52 386 | 54 872 |
| 44   | 90 900      | 93 218 | 95 536 | 97 854 | 00 172 | 02 491 | 04 811 | 44   | 54 872      | 57 359 | 59 846 | 62 334 | 64 822 | 67 311 | 69 800 |
| 45   | 4.08 04 811 | 07 131 | 09 451 | 11 772 | 14 094 | 16 415 | 18 738 | 45   | 4.16 69 800 | 72 290 | 74 780 | 77 271 | 79 762 | 82 254 | 84 746 |
| 46   | 18 738      | 21 060 | 23 383 | 25 707 | 28 031 | 30 355 | 32 680 | 46   | 84 746      | 87 239 | 89 732 | 92 226 | 94 721 | 97 215 | 99 711 |
| 47   | 32 680      | 35 005 | 37 331 | 39 657 | 41 984 | 44 311 | 46 638 | 47   | 99 711      | 02 206 | 04 703 | 07 200 | 09 697 | 12 195 | 14 693 |
| 48   | 46 638      | 48 966 | 51 295 | 53 624 | 55 953 | 58 283 | 60 613 | 48   | 4.17 14 693 | 17 192 | 19 691 | 22 191 | 24 692 | 27 193 | 29 694 |
| 49   | 60 613      | 62 943 | 65 274 | 67 606 | 69 938 | 72 270 | 74 603 | 49   | 29 694      | 32 196 | 34 698 | 37 201 | 39 705 | 42 209 | 44 713 |
| 50   | 4.08 74 603 | 76 936 | 79 270 | 81 604 | 83 939 | 86 274 | 88 610 | 50   | 4.17 44 713 | 47 218 | 49 724 | 52 230 | 54 736 | 57 243 | 59 751 |
| 51   | 88 610      | 90 946 | 93 282 | 95 619 | 97 956 | 00 294 | 02 632 | 51   | 59 751      | 62 259 | 64 767 | 67 276 | 69 786 | 72 296 | 74 807 |
| 52   | 4.09 02 632 | 04 971 | 07 310 | 09 649 | 11 989 | 14 330 | 16 671 | 52   | 74 807      | 77 318 | 79 829 | 82 341 | 84 854 | 87 367 | 89 881 |
| 53   | 16 671      | 19 012 | 21 354 | 23 696 | 26 039 | 28 382 | 30 726 | 53   | 89 881      | 92 395 | 94 910 | 97 425 | 99 941 | 02 457 | 04 974 |
| 54   | 30 726      | 33 070 | 35 414 | 37 759 | 40 104 | 42 450 | 44 796 | 54   | 4.18 04 974 | 07 491 | 10 009 | 12 527 | 15 046 | 17 565 | 20 085 |
| 55   | 4.09 44 796 | 47 143 | 49 490 | 51 838 | 54 186 | 56 535 | 58 884 | 55   | 4.18 20 085 | 22 605 | 25 126 | 27 648 | 30 170 | 32 692 | 35 215 |
| 56   | 58 884      | 61 233 | 63 583 | 65 933 | 68 284 | 70 635 | 72 987 | 56   | 35 215      | 37 738 | 40 262 | 42 787 | 45 312 | 47 837 | 50 363 |
| 57   | 72 987      | 75 339 | 77 692 | 80 045 | 82 399 | 84 753 | 87 107 | 57   | 50 363      | 52 890 | 55 417 | 57 945 | 60 473 | 63 001 | 65 531 |
| 58   | 87 107      | 89 462 | 91 817 | 94 173 | 96 529 | 98 886 | 01 243 | 58   | 65 531      | 68 060 | 70 590 | 73 121 | 75 652 | 78 184 | 80 716 |
| 59   | 4.10 01 243 | 03 601 | 05 959 | 08 317 | 10 676 | 13 036 | 15 396 | 59   | 80 716      | 83 249 | 85 783 | 88 316 | 90 851 | 93 386 | 95 921 |

|   | 2206   | 2219   | 2233   | 2247   | 2261   | 2274   | 2288   | 2301   | 2315   | 2329   | 2342   | 2356   | 2369   | 2383   | 2397   | 2411   | 2424   | 2438   | 2451   | 2465   | 2479   | 2493   | 2507   | 2521   | 2535   |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 290.6  | 221.9  | 223.3  | 224.7  | 226.1  | 227.4  | 228.8  | 230.1  | 231.5  | 232.9  | 234.2  | 235.6  | 236.9  | 238.3  | 239.7  | 241.1  | 242.4  | 243.8  | 245.1  | 246.5  | 247.9  | 249.3  | 250.7  | 252.1  | 253.5  |
| 2 | 441.2  | 443.8  | 446.6  | 449.4  | 452.2  | 454.8  | 457.6  | 460.3  | 463.0  | 465.8  | 468.4  | 471.2  | 473.8  | 476.6  | 479.4  | 482.2  | 484.8  | 487.6  | 490.2  | 493.0  | 495.8  | 498.6  | 501.4  | 504.2  | 507.0  |
| 3 | 661.8  | 665.7  | 669.9  | 674.1  | 678.3  | 682.2  | 686.4  | 690.3  | 694.5  | 698.7  | 702.6  | 706.8  | 710.7  | 714.9  | 719.1  | 723.3  | 727.2  | 731.4  | 735.3  | 739.5  | 743.7  | 747.9  | 752.1  | 756.3  | 760.5  |
| 4 | 882.4  | 887.6  | 893.2  | 898.8  | 904.4  | 909.6  | 915.1  | 920.3  | 926.0  | 931.6  | 937.8  | 942.4  | 947.5  | 953.0  | 958.8  | 964.4  | 969.6  | 975.3  | 980.4  | 985.9  | 991.6  | 997.2  | 1002.8 | 1008.4 | 1014.0 |
| 5 | 1103.0 | 1109.5 | 1116.0 | 1122.5 | 1129.0 | 1135.0 | 1137.0 | 1144.0 | 1150.5 | 1157.5 | 1164.5 | 1171.0 | 1178.0 | 1184.5 | 1191.5 | 1198.5 | 1205.5 | 1212.0 | 1219.0 | 1225.5 | 1232.5 | 1239.5 | 1246.5 | 1253.5 | 1260.5 |
| 6 | 1323.6 | 1331.4 | 1339.8 | 1347.8 | 1356.6 | 1364.4 | 1372.8 | 1380.6 | 1389.0 | 1397.4 | 1405.2 | 1413.6 | 1421.4 | 1429.8 | 1438.2 | 1446.6 | 1454.4 | 1462.8 | 1470.6 | 1479.0 | 1487.4 | 1495.8 | 1504.2 | 1512.6 | 1521.0 |
| 7 | 1544.4 | 1553.3 | 1561.1 | 1570.0 | 1578.7 | 1587.4 | 1594.8 | 1601.7 | 1609.2 | 1616.3 | 1623.9 | 1631.4 | 1640.9 | 1653.3 | 1668.1 | 1677.0 | 1687.7 | 1696.8 | 1706.6 | 1715.7 | 1725.5 | 1735.3 | 1745.1 | 1754.9 | 1764.7 |
| 8 | 1765.8 | 1775.5 | 1786.4 | 1797.1 | 1808.8 | 1818.1 | 1824.8 | 1830.9 | 1838.0 | 1845.0 | 1852.1 | 1861.3 | 1873.6 | 1888.4 | 1895.2 | 1904.1 | 1917.6 | 1928.8 | 1939.4 | 1950.4 | 1960.8 | 1972.0 | 1983.5 | 1994.4 | 2005.6 |
| 9 | 1978.5 | 1997.7 | 2009.7 | 2022.3 | 2034.9 | 2046.6 | 2059.2 | 2070.5 | 2083.5 | 2096.1 | 2107.8 | 2120.2 | 2132.1 | 2144.7 | 2157.3 | 2169.9 | 2181.6 | 2194.2 | 2205.9 | 2218.8 | 2231.1 | 2243.7 | 2256.3 | 2268.9 | 2281.5 |

## Tafel IV.

log M.

| 166°        |         |         |         |         |         |         | 167° |             |         |         |         |         |         |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v    | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |
| 4.18 95 921 | 98 457  | 80 994  | 83 530  | 86 068  | 88 606  | 91 145  | 0'   | 4.28 44 260 | 46 998  | 49 737  | 52 476  | 55 216  | 57 957  | 60 698  |
| 4.19 11 145 | 13 684  | 16 223  | 18 763  | 21 304  | 23 845  | 26 387  | 1    | 60 698      | 63 439  | 66 182  | 68 925  | 71 668  | 74 412  | 77 157  |
| 26 387      | 28 929  | 31 472  | 34 015  | 36 559  | 39 103  | 41 648  | 2    | 77 157      | 79 903  | 82 649  | 85 395  | 88 142  | 90 890  | 93 639  |
| 41 648      | 44 193  | 46 739  | 49 286  | 51 833  | 54 380  | 56 928  | 3    | 93 639      | 96 388  | 99 137  | 101 887 | 104 638 | 107 390 | 110 142 |
| 56 928      | 59 477  | 62 026  | 64 575  | 67 125  | 69 676  | 72 227  | 4    | 4.29 10 142 | 12 894  | 15 648  | 18 402  | 21 156  | 23 911  | 26 667  |
| 4.19 72 227 | 74 779  | 77 331  | 79 884  | 82 437  | 84 991  | 87 545  | 5    | 4.29 26 667 | 29 423  | 32 180  | 34 938  | 37 696  | 40 455  | 43 214  |
| 87 545      | 90 100  | 92 655  | 95 211  | 97 768  | 100 325 | 102 882 | 6    | 43 214      | 45 974  | 48 735  | 51 496  | 54 258  | 57 020  | 59 784  |
| 4.20 02 882 | 05 440  | 07 999  | 10 558  | 13 117  | 15 678  | 18 238  | 7    | 59 784      | 62 547  | 65 312  | 68 076  | 70 842  | 73 608  | 76 375  |
| 18 238      | 20 800  | 23 361  | 25 924  | 28 486  | 31 050  | 33 614  | 8    | 76 375      | 79 142  | 81 910  | 84 679  | 87 448  | 90 218  | 92 989  |
| 33 614      | 36 178  | 38 743  | 41 309  | 43 875  | 46 441  | 49 008  | 9    | 92 989      | 95 760  | 98 531  | 101 304 | 104 077 | 106 850 | 109 625 |
| 4.20 49 008 | 51 576  | 54 144  | 56 713  | 59 282  | 61 852  | 64 422  | 10   | 4.30 09 625 | 12 399  | 15 175  | 17 951  | 20 728  | 23 505  | 26 283  |
| 64 422      | 66 993  | 69 564  | 72 136  | 74 709  | 77 282  | 79 855  | 11   | 26 283      | 29 061  | 31 840  | 34 620  | 37 401  | 40 182  | 42 963  |
| 79 855      | 82 429  | 85 004  | 87 579  | 90 155  | 92 731  | 95 307  | 12   | 42 963      | 45 746  | 48 528  | 51 312  | 54 096  | 56 881  | 59 666  |
| 95 307      | 97 885  | 100 463 | 103 041 | 105 620 | 108 199 | 110 779 | 13   | 59 666      | 62 452  | 65 239  | 68 026  | 70 814  | 73 603  | 76 392  |
| 4.21 10 779 | 13 360  | 15 941  | 18 522  | 21 105  | 23 687  | 26 270  | 14   | 76 392      | 79 182  | 81 972  | 84 763  | 87 555  | 90 347  | 93 140  |
| 4.21 26 270 | 28 854  | 31 438  | 34 023  | 36 609  | 39 195  | 41 781  | 15   | 4.30 93 140 | 95 933  | 98 727  | 101 521 | 104 318 | 107 114 | 109 910 |
| 41 781      | 44 368  | 46 956  | 49 544  | 52 132  | 54 722  | 57 311  | 16   | 4.31 09 910 | 12 708  | 15 506  | 18 304  | 21 103  | 23 903  | 26 704  |
| 57 311      | 59 901  | 62 492  | 65 084  | 67 676  | 70 268  | 72 861  | 17   | 26 704      | 29 505  | 32 306  | 35 109  | 37 912  | 40 715  | 43 520  |
| 72 861      | 75 454  | 78 049  | 80 643  | 83 238  | 85 834  | 88 430  | 18   | 43 520      | 46 324  | 49 130  | 51 936  | 54 743  | 57 550  | 60 358  |
| 88 430      | 91 027  | 93 624  | 96 222  | 98 821  | 101 420 | 104 019 | 19   | 60 358      | 63 167  | 65 976  | 68 786  | 71 597  | 74 408  | 77 220  |
| 4.22 04 019 | 06 619  | 09 220  | 11 821  | 14 423  | 17 025  | 19 628  | 20   | 4.31 77 220 | 80 032  | 82 845  | 85 659  | 88 474  | 91 289  | 94 104  |
| 19 628      | 22 231  | 24 835  | 27 440  | 30 045  | 32 650  | 35 256  | 21   | 94 104      | 96 921  | 99 738  | 102 555 | 105 373 | 108 192 | 111 012 |
| 35 256      | 37 863  | 40 470  | 43 078  | 45 686  | 48 295  | 50 905  | 22   | 4.32 11 012 | 13 832  | 16 653  | 19 474  | 22 296  | 25 119  | 27 942  |
| 50 905      | 53 515  | 56 125  | 58 736  | 61 348  | 63 960  | 66 573  | 23   | 27 942      | 30 766  | 33 591  | 36 416  | 39 242  | 42 068  | 44 896  |
| 66 573      | 69 186  | 71 800  | 74 414  | 77 029  | 79 645  | 82 261  | 24   | 44 896      | 47 723  | 50 552  | 53 381  | 56 211  | 59 041  | 61 872  |
| 4.22 82 261 | 84 877  | 87 495  | 90 112  | 92 731  | 95 349  | 97 969  | 25   | 4.32 61 872 | 64 704  | 67 536  | 70 369  | 73 203  | 76 037  | 78 872  |
| 97 969      | 100 589 | 103 209 | 105 830 | 108 452 | 111 074 | 113 697 | 26   | 78 872      | 81 708  | 84 544  | 87 381  | 90 218  | 93 056  | 95 895  |
| 4.23 13 697 | 16 320  | 18 944  | 21 568  | 24 193  | 26 819  | 29 445  | 27   | 95 895      | 98 734  | 101 575 | 104 415 | 107 257 | 110 099 | 112 941 |
| 29 445      | 32 071  | 34 698  | 37 326  | 39 954  | 42 583  | 45 213  | 28   | 4.33 12 941 | 15 785  | 18 629  | 21 473  | 24 319  | 27 165  | 30 011  |
| 45 213      | 47 843  | 50 473  | 53 104  | 55 736  | 58 368  | 61 001  | 29   | 30 011      | 32 858  | 35 706  | 38 555  | 41 404  | 44 254  | 47 104  |
| 4.23 61 001 | 63 634  | 66 268  | 68 903  | 71 538  | 74 173  | 76 809  | 30   | 4.33 47 104 | 49 955  | 52 807  | 55 660  | 58 513  | 61 367  | 64 221  |
| 76 809      | 79 446  | 82 083  | 84 721  | 87 359  | 89 998  | 92 638  | 31   | 64 221      | 67 076  | 69 932  | 72 788  | 75 645  | 78 503  | 81 361  |
| 92 638      | 95 278  | 97 919  | 100 560 | 103 202 | 105 844 | 108 487 | 32   | 81 361      | 84 220  | 87 080  | 89 940  | 92 801  | 95 663  | 98 525  |
| 4.24 08 487 | 11 130  | 13 774  | 16 419  | 19 064  | 21 710  | 24 356  | 33   | 98 525      | 101 388 | 104 252 | 107 116 | 109 981 | 112 846 | 115 713 |
| 24 356      | 27 003  | 29 650  | 32 298  | 34 947  | 37 596  | 40 246  | 34   | 4.34 15 713 | 18 579  | 21 447  | 24 315  | 27 184  | 30 054  | 32 924  |
| 4.24 40 246 | 42 896  | 45 547  | 48 198  | 50 850  | 53 503  | 56 156  | 35   | 4.34 32 924 | 35 795  | 38 666  | 41 538  | 44 411  | 47 285  | 50 159  |
| 56 156      | 58 809  | 61 464  | 64 118  | 66 774  | 69 430  | 72 086  | 36   | 50 159      | 53 034  | 55 909  | 58 785  | 61 662  | 64 540  | 67 418  |
| 72 086      | 74 743  | 77 401  | 80 059  | 82 718  | 85 377  | 88 037  | 37   | 67 418      | 70 297  | 73 176  | 76 056  | 78 937  | 81 819  | 84 701  |
| 88 037      | 90 698  | 93 359  | 96 020  | 98 683  | 101 345 | 104 009 | 38   | 84 701      | 87 583  | 90 467  | 93 351  | 96 236  | 99 121  | 102 008 |
| 4.25 04 009 | 06 673  | 09 337  | 12 002  | 14 668  | 17 334  | 20 001  | 39   | 4.35 02 008 | 04 894  | 07 782  | 10 670  | 13 559  | 16 448  | 19 338  |
| 4.25 20 001 | 22 669  | 25 337  | 28 005  | 30 674  | 33 344  | 36 014  | 40   | 4.35 19 338 | 22 229  | 25 121  | 28 013  | 30 906  | 33 799  | 36 694  |
| 36 014      | 38 685  | 41 356  | 44 028  | 46 701  | 49 374  | 52 048  | 41   | 36 694      | 39 588  | 42 484  | 45 380  | 48 277  | 51 175  | 54 073  |
| 52 048      | 54 722  | 57 397  | 60 072  | 62 749  | 65 425  | 68 102  | 42   | 54 073      | 56 972  | 59 871  | 62 772  | 65 672  | 68 574  | 71 476  |
| 68 102      | 70 780  | 73 458  | 76 137  | 78 817  | 81 497  | 84 178  | 43   | 71 476      | 74 379  | 77 283  | 80 187  | 83 092  | 85 998  | 88 904  |
| 84 178      | 86 859  | 89 541  | 92 223  | 94 906  | 97 590  | 100 274 | 44   | 88 904      | 91 811  | 94 719  | 97 627  | 100 536 | 103 446 | 106 356 |
| 4.26 00 274 | 02 959  | 05 644  | 08 330  | 11 016  | 13 703  | 16 391  | 45   | 4.36 06 356 | 09 267  | 12 179  | 15 092  | 18 005  | 20 919  | 23 833  |
| 16 391      | 19 079  | 21 768  | 24 458  | 27 147  | 29 838  | 32 529  | 46   | 23 833      | 26 748  | 29 664  | 32 581  | 35 498  | 38 416  | 41 334  |
| 32 529      | 35 221  | 37 913  | 40 606  | 43 300  | 45 994  | 48 688  | 47   | 41 334      | 44 253  | 47 173  | 50 094  | 53 015  | 55 937  | 58 860  |
| 48 688      | 51 384  | 54 080  | 56 776  | 59 473  | 62 171  | 64 869  | 48   | 58 860      | 61 783  | 64 707  | 67 632  | 70 558  | 73 484  | 76 410  |
| 64 869      | 67 568  | 70 267  | 72 967  | 75 667  | 78 368  | 81 070  | 49   | 76 410      | 79 338  | 82 266  | 85 195  | 88 124  | 91 053  | 93 986  |
| 4.26 81 070 | 83 773  | 86 475  | 89 179  | 91 883  | 94 588  | 97 293  | 50   | 4.36 93 986 | 96 917  | 99 849  | 102 782 | 105 716 | 108 650 | 111 585 |
| 97 293      | 99 999  | 102 705 | 105 412 | 108 120 | 110 828 | 113 537 | 51   | 4.37 11 585 | 14 521  | 17 458  | 20 395  | 23 333  | 26 271  | 29 210  |
| 4.27 13 537 | 16 246  | 18 956  | 21 667  | 24 378  | 27 090  | 29 802  | 52   | 29 210      | 32 150  | 35 091  | 38 032  | 40 974  | 43 917  | 46 860  |
| 29 802      | 32 515  | 35 229  | 37 943  | 40 657  | 43 373  | 46 089  | 53   | 46 860      | 49 804  | 52 749  | 55 694  | 58 640  | 61 587  | 64 535  |
| 46 089      | 48 805  | 51 522  | 54 240  | 56 958  | 59 677  | 62 397  | 54   | 64 535      | 67 483  | 70 432  | 73 381  | 76 332  | 79 283  | 82 234  |
| 4.27 62 397 | 65 117  | 67 837  | 70 559  | 73 281  | 76 003  | 78 726  | 55   | 4.37 82 234 | 85 187  | 88 140  | 91 094  | 94 048  | 97 003  | 99 959  |
| 78 726      | 81 450  | 84 174  | 86 899  | 89 624  | 92 351  | 95 077  | 56   | 99 959      | 102 916 | 105 873 | 108 831 | 111 790 | 114 749 | 117 709 |
| 95 077      | 97 804  | 100 532 | 103 261 | 105 990 | 108 720 | 111 450 | 57   | 4.38 17 709 | 20 670  | 23 632  | 26 594  | 29 557  | 32 520  | 35 485  |
| 4.28 11 450 | 14 181  | 16 912  | 19 644  | 22 377  | 25 110  | 27 844  | 58   | 35 485      | 38 450  | 41 415  | 44 382  | 47 349  | 50 317  | 53 285  |
| 27 844      | 30 579  | 33 314  | 36 049  | 38 786  | 41 523  | 44 260  | 59   | 53 285      | 56 254  | 59 224  | 62 195  | 65 166  | 68 138  | 71 111  |

| 2554   | 2572   | 2591   | 2609   | 2627   | 2645   | 2663   | 2681   | 2699   | 2718   | 2736   | 2754   | 2772   | 2791   | 2809   | 2827   | 2845   | 2863   | 2881   | 2899   | 2918   | 2936   | 2954   | 2973   |        |   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| 255.4  | 257.2  | 259.1  | 260.9  | 262.7  | 264.5  | 266.3  | 268.1  | 269.9  | 271.8  | 273.6  | 275.4  | 277.2  | 279.1  | 280.9  | 282.7  | 284.5  | 286.3  | 288.1  | 289.9  | 291.8  | 293.6  | 295.4  | 297.3  | 1      |   |
| 510.8  | 514.4  | 518.2  | 521.8  | 525.4  | 529.0  | 532.6  | 536.2  | 539.8  | 543.6  | 547.2  | 550.8  | 554.4  | 558.2  | 561.8  | 565.4  | 569.0  | 572.6  | 576.2  | 579.8  | 583.6  | 587.2  | 590.8  | 594.6  | 2      |   |
| 706.2  | 711.6  | 717.3  | 722.8  | 728.1  | 733.5  | 738.9  | 744.3  | 749.7  | 755.1  | 760.5  | 765.9  | 771.3  | 776.7  | 782.1  | 787.5  | 792.9  | 798.3  | 803.7  | 809.1  | 814.5  | 819.9  | 825.3  | 830.7  | 3      |   |
| 1021.6 | 1028.8 | 1036.4 | 1043.6 | 1050.8 | 1058.0 | 1065.2 | 1072.4 | 1079.6 | 1086.8 | 1094.0 | 1101.2 | 1108.4 | 1115.6 | 1122.8 | 1130.0 | 1137.2 | 1144.4 | 1151.6 | 1158.8 | 1166.0 | 1173.2 | 1180.4 | 1187.6 | 4      |   |
| 1277.0 | 1286.0 | 1295.5 | 1304.5 | 1313.5 | 1322.5 | 1331.5 | 1340.5 | 1349.5 | 1358.5 | 1367.5 | 1376.5 | 1385.5 | 1394.5 | 1403.5 | 1412.5 | 1421.5 | 1430.5 | 1439.5 | 1448.5 | 1457.5 | 1466.5 | 1475.5 | 1484.5 | 5      |   |
| 1532.4 | 1543.2 | 1554.6 | 1565.4 | 1576.2 | 1587.0 | 1597.8 | 1608.6 | 1619.4 | 1630.2 | 1641.0 | 1651.8 | 1662.6 | 1673.4 | 1684.2 | 1695.0 | 1705.8 | 1716.6 | 1727.4 | 1738.2 | 1749.0 | 1759.8 | 1761.6 | 1772.4 | 1783.6 | 6 |
| 1787.8 | 1800.4 | 1813.7 | 1826.3 | 1838.9 | 1851.5 | 1864.1 | 1876.7 | 1889.3 | 1902.6 | 1915.9 | 1927.8 | 1940.4 | 1953.7 | 1966.3 | 1978.0 | 1991.5 | 2004.1 | 2016.7 | 2029.3 | 2042.6 | 2055.5 | 2067.8 | 2081.1 | 7      |   |
| 2043.2 | 2057.6 | 2072.8 | 2087.9 | 2101.6 | 2116.0 | 2130.4 | 2144.8 | 2159.2 | 2174.1 | 2188.8 | 2203.2 | 2217.6 | 2232.8 | 2247.9 | 2261.6 | 2276.0 | 2290.4 | 2304.8 | 2319.2 | 2334.4 | 2348.8 | 2363.2 | 2377.8 | 8      |   |
| 2208.6 | 2314.8 | 2331.9 | 2348.1 | 2364.3 | 2380.5 | 2396.7 | 2412.9 | 2429.1 | 2445.2 | 2462.4 | 2478.6 | 2494.8 | 2511.9 | 2528.1 | 2544.3 | 2560.5 | 2576.7 | 2592.9 | 2609.1 | 2626.4 | 2643.8 | 2658.6 | 2675.7 |        |   |



Tafel IV.

| log M. |             |         |         |         |         |         |         |    |             |         |         |         |         |         |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 168°   |             |         |         |         |         |         | 169°    |    |             |         |         |         |         |         |
| v      | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v  | 0"          | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     |
| 0      | 4.38 71 111 | 74 085  | 77 059  | 80 034  | 83 009  | 85 986  | 88 963  | 0  | 4.49 89 965 | 93 216  | 96 468  | 99 720  | 102 974 | 106 229 |
| 1      | 88 963      | 91 940  | 94 919  | 97 898  | 100 878 | 103 858 | 106 840 | 1  | 4.50 09 484 | 12 740  | 15 997  | 19 255  | 22 514  | 25 773  |
| 2      | 4.39 06 840 | 09 822  | 12 804  | 15 788  | 18 772  | 21 757  | 24 742  | 2  | 29 033      | 32 295  | 35 557  | 38 820  | 42 083  | 45 348  |
| 3      | 24 742      | 27 729  | 30 716  | 33 703  | 36 692  | 39 681  | 42 671  | 3  | 48 613      | 51 880  | 55 147  | 58 415  | 61 684  | 64 953  |
| 4      | 42 671      | 45 661  | 48 653  | 51 645  | 54 637  | 57 631  | 60 625  | 4  | 68 224      | 71 495  | 74 768  | 78 041  | 81 315  | 84 590  |
| 5      | 4.39 60 625 | 63 620  | 66 615  | 69 612  | 72 609  | 75 606  | 78 605  | 5  | 4.50 87 865 | 91 142  | 94 419  | 97 697  | 100 976 | 104 256 |
| 6      | 78 605      | 81 604  | 84 604  | 87 604  | 90 606  | 93 608  | 96 611  | 6  | 4.51 07 537 | 10 819  | 14 101  | 17 385  | 20 669  | 23 954  |
| 7      | 96 611      | 99 614  | 102 618 | 105 623 | 108 629 | 111 635 | 114 642 | 7  | 27 240      | 30 527  | 33 814  | 37 103  | 40 392  | 43 682  |
| 8      | 4.40 14 642 | 17 650  | 20 659  | 23 668  | 26 678  | 29 689  | 32 700  | 8  | 46 973      | 50 265  | 53 558  | 56 852  | 60 146  | 63 442  |
| 9      | 32 700      | 35 712  | 38 725  | 41 739  | 44 753  | 47 768  | 50 784  | 9  | 66 738      | 70 035  | 73 333  | 76 632  | 79 932  | 83 232  |
| 10     | 4.40 50 784 | 53 801  | 56 818  | 59 836  | 62 854  | 65 874  | 68 894  | 10 | 4.51 86 534 | 89 836  | 93 139  | 96 443  | 99 748  | 103 054 |
| 11     | 68 894      | 71 915  | 74 937  | 77 959  | 80 982  | 84 006  | 87 030  | 11 | 4.52 06 360 | 09 668  | 12 976  | 16 285  | 19 596  | 22 907  |
| 12     | 87 030      | 90 056  | 93 082  | 96 108  | 99 136  | 102 164 | 105 193 | 12 | 26 218      | 29 531  | 32 845  | 36 159  | 39 475  | 42 791  |
| 13     | 4.41 05 193 | 08 223  | 11 253  | 14 284  | 17 316  | 20 349  | 23 382  | 13 | 46 108      | 49 426  | 52 745  | 56 064  | 59 385  | 62 706  |
| 14     | 23 382      | 26 416  | 29 451  | 32 487  | 35 523  | 38 560  | 41 598  | 14 | 66 029      | 69 352  | 72 676  | 76 001  | 79 327  | 82 654  |
| 15     | 4.41 41 598 | 44 636  | 47 675  | 50 715  | 53 756  | 56 798  | 59 840  | 15 | 4.52 85 981 | 89 310  | 92 639  | 95 969  | 99 301  | 102 633 |
| 16     | 59 840      | 62 883  | 65 926  | 68 971  | 72 016  | 75 062  | 78 109  | 16 | 4.53 05 965 | 09 299  | 12 634  | 15 969  | 19 306  | 22 643  |
| 17     | 78 109      | 81 156  | 84 204  | 87 253  | 90 303  | 93 353  | 96 404  | 17 | 25 981      | 29 320  | 32 660  | 36 001  | 39 343  | 42 686  |
| 18     | 96 404      | 99 456  | 102 508 | 105 562 | 108 616 | 111 671 | 114 726 | 18 | 46 029      | 49 374  | 52 719  | 56 065  | 59 412  | 62 760  |
| 19     | 4.42 14 726 | 17 783  | 20 840  | 23 897  | 26 956  | 30 015  | 33 075  | 19 | 66 109      | 69 459  | 72 809  | 76 161  | 79 513  | 82 866  |
| 20     | 4.42 33 075 | 36 136  | 39 198  | 42 260  | 45 323  | 48 387  | 51 451  | 20 | 4.53 86 221 | 89 576  | 92 932  | 96 289  | 99 646  | 103 005 |
| 21     | 51 451      | 54 517  | 57 583  | 60 649  | 63 717  | 66 785  | 69 854  | 21 | 4.54 06 365 | 09 725  | 13 086  | 16 449  | 19 812  | 23 176  |
| 22     | 69 854      | 72 924  | 75 995  | 79 066  | 82 138  | 85 211  | 88 284  | 22 | 26 541      | 29 907  | 33 273  | 36 641  | 40 009  | 43 379  |
| 23     | 88 284      | 91 359  | 94 434  | 97 510  | 100 586 | 103 663 | 106 742 | 23 | 46 749      | 50 121  | 53 493  | 56 866  | 60 240  | 63 614  |
| 24     | 4.43 06 742 | 09 820  | 12 900  | 15 980  | 19 061  | 22 143  | 25 226  | 24 | 66 990      | 70 367  | 73 744  | 77 123  | 80 502  | 83 883  |
| 25     | 4.43 25 226 | 28 309  | 31 394  | 34 478  | 37 564  | 40 651  | 43 738  | 25 | 4.54 87 264 | 90 646  | 94 029  | 97 413  | 100 798 | 104 183 |
| 26     | 43 738      | 46 826  | 49 914  | 53 004  | 56 094  | 59 185  | 62 277  | 26 | 4.55 07 570 | 10 958  | 14 346  | 17 735  | 21 126  | 24 517  |
| 27     | 62 277      | 65 369  | 68 463  | 71 557  | 74 652  | 77 747  | 80 844  | 27 | 27 909      | 31 302  | 34 696  | 38 091  | 41 486  | 44 883  |
| 28     | 80 844      | 83 941  | 87 039  | 90 137  | 93 237  | 96 337  | 99 438  | 28 | 48 281      | 51 679  | 55 079  | 58 479  | 61 880  | 65 282  |
| 29     | 99 438      | 102 539 | 105 642 | 108 745 | 111 849 | 114 954 | 118 059 | 29 | 68 685      | 72 089  | 75 494  | 78 900  | 82 307  | 85 715  |
| 30     | 4.44 18 059 | 21 166  | 24 273  | 27 381  | 30 489  | 33 599  | 36 709  | 30 | 4.55 89 123 | 92 533  | 95 943  | 99 355  | 102 767 | 106 180 |
| 31     | 36 709      | 39 820  | 42 932  | 46 044  | 49 157  | 52 271  | 55 386  | 31 | 4.56 09 594 | 13 009  | 16 425  | 19 842  | 23 260  | 26 679  |
| 32     | 55 386      | 58 502  | 61 618  | 64 735  | 67 853  | 70 972  | 74 091  | 32 | 30 099      | 33 519  | 36 941  | 40 363  | 43 787  | 47 211  |
| 33     | 74 091      | 77 212  | 80 333  | 83 454  | 86 577  | 89 700  | 92 824  | 33 | 50 636      | 54 062  | 57 489  | 60 918  | 64 347  | 67 776  |
| 34     | 92 824      | 95 949  | 99 075  | 102 202 | 105 329 | 108 457 | 111 586 | 34 | 71 207      | 74 639  | 78 072  | 81 505  | 84 940  | 88 376  |
| 35     | 4.45 11 586 | 14 715  | 17 846  | 20 977  | 24 109  | 27 241  | 30 375  | 35 | 4.56 91 812 | 95 249  | 98 688  | 102 127 | 105 567 | 109 008 |
| 36     | 30 375      | 33 509  | 36 644  | 39 780  | 42 917  | 46 054  | 49 192  | 36 | 4.57 12 450 | 15 893  | 19 337  | 22 782  | 26 228  | 29 675  |
| 37     | 49 192      | 52 331  | 55 471  | 58 612  | 61 753  | 64 895  | 68 038  | 37 | 33 123      | 36 571  | 40 021  | 43 471  | 46 923  | 50 375  |
| 38     | 68 038      | 71 182  | 74 326  | 77 471  | 80 617  | 83 764  | 86 912  | 38 | 53 829      | 57 283  | 60 738  | 64 195  | 67 652  | 71 110  |
| 39     | 86 912      | 90 060  | 93 210  | 96 360  | 99 510  | 102 662 | 105 814 | 39 | 74 569      | 78 029  | 81 490  | 84 952  | 88 415  | 91 878  |
| 40     | 4.46 05 814 | 08 968  | 12 122  | 15 276  | 18 432  | 21 588  | 24 745  | 40 | 4.57 95 343 | 98 809  | 102 276 | 105 743 | 109 212 | 112 681 |
| 41     | 24 745      | 27 903  | 31 062  | 34 222  | 37 382  | 40 543  | 43 705  | 41 | 4.58 16 152 | 19 623  | 23 096  | 26 569  | 30 043  | 33 518  |
| 42     | 43 705      | 46 868  | 50 031  | 53 195  | 56 361  | 59 526  | 62 693  | 42 | 36 995      | 40 472  | 43 950  | 47 429  | 50 909  | 54 390  |
| 43     | 62 693      | 65 861  | 69 029  | 72 198  | 75 368  | 78 539  | 81 710  | 43 | 57 872      | 61 355  | 64 839  | 68 324  | 71 809  | 75 296  |
| 44     | 81 710      | 84 883  | 88 056  | 91 230  | 94 404  | 97 580  | 100 756 | 44 | 78 784      | 82 273  | 85 762  | 89 253  | 92 744  | 96 237  |
| 45     | 4.47 00 756 | 03 933  | 07 111  | 10 290  | 13 469  | 16 650  | 19 831  | 45 | 4.58 99 730 | 103 225 | 106 720 | 110 217 | 113 714 | 117 212 |
| 46     | 19 831      | 23 013  | 26 196  | 29 379  | 32 564  | 35 749  | 38 935  | 46 | 4.59 20 712 | 24 212  | 27 713  | 31 216  | 34 719  | 38 223  |
| 47     | 38 935      | 42 122  | 45 309  | 48 498  | 51 687  | 54 877  | 58 068  | 47 | 41 728      | 45 234  | 48 741  | 52 249  | 55 758  | 59 268  |
| 48     | 58 068      | 61 259  | 64 452  | 67 645  | 70 839  | 74 034  | 77 230  | 48 | 62 779      | 66 291  | 69 804  | 73 318  | 76 833  | 80 349  |
| 49     | 77 230      | 80 426  | 83 624  | 86 822  | 90 021  | 93 221  | 96 421  | 49 | 83 866      | 87 384  | 90 902  | 94 422  | 97 943  | 101 465 |
| 50     | 4.47 96 421 | 99 623  | 102 825 | 106 028 | 109 232 | 112 436 | 115 642 | 50 | 4.60 04 987 | 08 511  | 12 036  | 15 562  | 19 088  | 22 616  |
| 51     | 4.48 15 642 | 18 848  | 22 055  | 25 263  | 28 472  | 31 682  | 34 892  | 51 | 26 144      | 29 674  | 33 205  | 36 736  | 40 269  | 43 802  |
| 52     | 34 892      | 38 103  | 41 315  | 44 528  | 47 742  | 50 957  | 54 172  | 52 | 47 337      | 50 872  | 54 409  | 57 947  | 61 485  | 65 025  |
| 53     | 54 172      | 57 388  | 60 605  | 63 823  | 67 042  | 70 261  | 73 481  | 53 | 68 565      | 72 106  | 75 649  | 79 192  | 82 737  | 86 282  |
| 54     | 73 481      | 76 702  | 79 924  | 83 147  | 86 371  | 89 595  | 92 820  | 54 | 89 829      | 93 376  | 96 929  | 100 474 | 104 025 | 107 576 |
| 55     | 4.48 92 820 | 96 046  | 99 273  | 102 501 | 105 730 | 108 959 | 112 189 | 55 | 4.61 11 128 | 14 682  | 18 236  | 21 792  | 25 348  | 28 906  |
| 56     | 4.49 12 189 | 15 420  | 18 652  | 21 885  | 25 118  | 28 353  | 31 588  | 56 | 32 464      | 36 023  | 39 584  | 43 145  | 46 708  | 50 271  |
| 57     | 31 588      | 34 824  | 38 061  | 41 299  | 44 537  | 47 777  | 51 017  | 57 | 53 836      | 57 401  | 60 967  | 64 535  | 68 103  | 71 673  |
| 58     | 51 017      | 54 258  | 57 500  | 60 742  | 63 986  | 67 230  | 70 476  | 58 | 75 243      | 78 815  | 82 387  | 85 961  | 89 535  | 93 111  |
| 59     | 70 476      | 73 722  | 76 969  | 80 216  | 83 465  | 86 714  | 89 965  | 59 | 96 687      | 100 265 | 103 844 | 107 423 | 111 004 | 114 585 |



Tafel IV.

log M.

| 170° |             |        |        |        |        |        |        | 171° |             |        |        |        |        |        |        |
|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0    | 4.62 18 168 | 21 752 | 25 336 | 28 922 | 32 509 | 36 096 | 39 685 | 0    | 4.75 78 558 | 82 547 | 86 538 | 90 530 | 94 523 | 98 517 | 02 513 |
| 1    | 39 685      | 43 275 | 46 865 | 50 457 | 54 050 | 57 644 | 61 239 | 1    | 4.76 02 513 | 06 510 | 10 508 | 14 507 | 18 508 | 22 510 | 26 513 |
| 2    | 61 239      | 64 835 | 68 431 | 72 029 | 75 628 | 79 228 | 82 829 | 2    | 26 513      | 30 517 | 34 523 | 38 530 | 42 538 | 46 548 | 50 558 |
| 3    | 82 829      | 86 431 | 90 034 | 93 638 | 97 243 | 00 849 | 04 457 | 3    | 50 558      | 54 570 | 58 584 | 62 598 | 66 614 | 70 631 | 74 649 |
| 4    | 4.63 04 457 | 08 065 | 11 674 | 15 284 | 18 895 | 22 508 | 26 121 | 4    | 74 649      | 78 669 | 82 690 | 86 712 | 90 735 | 94 760 | 98 786 |
| 5    | 4.63 26 121 | 29 735 | 33 351 | 36 967 | 40 584 | 44 203 | 47 822 | 5    | 4.76 98 786 | 02 813 | 06 842 | 10 871 | 14 903 | 18 935 | 22 968 |
| 6    | 47 822      | 51 443 | 55 065 | 58 687 | 62 311 | 65 936 | 69 561 | 6    | 4.77 22 968 | 27 003 | 31 040 | 35 077 | 39 116 | 43 156 | 47 197 |
| 7    | 69 561      | 73 188 | 76 816 | 80 445 | 84 075 | 87 706 | 91 337 | 7    | 47 197      | 51 240 | 55 283 | 59 329 | 63 375 | 67 423 | 71 472 |
| 8    | 91 337      | 94 971 | 98 605 | 02 240 | 05 876 | 09 513 | 13 151 | 8    | 71 472      | 75 522 | 79 574 | 83 627 | 87 681 | 91 736 | 95 793 |
| 9    | 4.64 13 151 | 16 791 | 20 431 | 24 072 | 27 715 | 31 358 | 35 003 | 9    | 95 793      | 99 851 | 03 910 | 07 971 | 12 033 | 16 096 | 20 161 |
| 10   | 4.64 35 003 | 38 648 | 42 295 | 45 942 | 49 591 | 53 241 | 56 892 | 10   | 4.78 20 161 | 24 227 | 28 294 | 32 362 | 36 432 | 40 503 | 44 575 |
| 11   | 56 892      | 60 544 | 64 197 | 67 851 | 71 506 | 75 162 | 78 819 | 11   | 44 575      | 48 649 | 52 724 | 56 800 | 60 878 | 64 956 | 69 037 |
| 12   | 78 819      | 82 477 | 86 136 | 89 797 | 93 458 | 97 120 | 00 784 | 12   | 69 037      | 73 118 | 77 201 | 81 285 | 85 370 | 89 457 | 93 545 |
| 13   | 4.65 00 784 | 04 448 | 08 114 | 11 781 | 15 449 | 19 117 | 22 787 | 13   | 93 545      | 97 634 | 01 725 | 05 817 | 09 910 | 14 005 | 18 101 |
| 14   | 22 787      | 26 458 | 30 130 | 33 803 | 37 477 | 41 152 | 44 829 | 14   | 4.79 18 101 | 22 198 | 26 296 | 30 396 | 34 498 | 38 600 | 42 704 |
| 15   | 4.65 44 829 | 48 506 | 52 184 | 55 864 | 59 544 | 63 226 | 66 909 | 15   | 4.79 42 704 | 46 809 | 50 915 | 55 023 | 59 132 | 63 243 | 67 355 |
| 16   | 66 909      | 70 592 | 74 277 | 77 963 | 81 650 | 85 338 | 89 027 | 16   | 67 355      | 71 468 | 75 582 | 79 698 | 83 815 | 87 933 | 92 053 |
| 17   | 89 027      | 92 717 | 96 409 | 00 101 | 03 794 | 07 489 | 11 184 | 17   | 92 053      | 96 174 | 00 297 | 04 420 | 08 546 | 12 672 | 16 800 |
| 18   | 4.66 11 184 | 14 881 | 18 579 | 22 277 | 25 977 | 29 678 | 33 380 | 18   | 4.80 16 800 | 20 929 | 25 059 | 29 191 | 33 324 | 37 459 | 41 594 |
| 19   | 33 380      | 37 083 | 40 788 | 44 493 | 48 199 | 51 907 | 55 615 | 19   | 41 594      | 45 732 | 49 870 | 54 010 | 58 151 | 62 294 | 66 439 |
| 20   | 4.66 55 615 | 59 325 | 63 036 | 66 747 | 70 460 | 74 174 | 77 889 | 20   | 4.80 66 438 | 70 583 | 74 729 | 78 877 | 83 027 | 87 177 | 91 329 |
| 21   | 77 889      | 81 605 | 85 323 | 89 041 | 92 760 | 96 481 | 00 202 | 21   | 91 329      | 95 483 | 99 637 | 03 793 | 07 951 | 12 109 | 16 269 |
| 22   | 4.67 00 202 | 03 925 | 07 649 | 11 374 | 15 100 | 18 827 | 22 555 | 22   | 4.81 16 269 | 20 431 | 24 594 | 28 758 | 32 924 | 37 090 | 41 259 |
| 23   | 22 555      | 26 284 | 30 015 | 33 746 | 37 479 | 41 212 | 44 947 | 23   | 41 259      | 45 428 | 49 599 | 53 772 | 57 945 | 62 121 | 66 299 |
| 24   | 44 947      | 48 683 | 52 420 | 56 158 | 59 897 | 63 637 | 67 379 | 24   | 66 297      | 70 475 | 74 654 | 78 835 | 83 017 | 87 200 | 91 385 |
| 25   | 4.67 67 379 | 71 121 | 74 865 | 78 609 | 82 355 | 86 102 | 89 850 | 25   | 4.81 91 385 | 95 571 | 99 758 | 03 947 | 08 137 | 12 329 | 16 522 |
| 26   | 89 850      | 93 599 | 97 350 | 01 101 | 04 851 | 08 607 | 12 361 | 26   | 4.82 16 522 | 20 716 | 24 912 | 29 109 | 33 307 | 37 507 | 41 709 |
| 27   | 4.68 12 361 | 16 117 | 19 874 | 23 632 | 27 393 | 31 151 | 34 913 | 27   | 41 709      | 45 911 | 50 115 | 54 321 | 58 527 | 62 736 | 66 945 |
| 28   | 34 913      | 38 675 | 42 439 | 46 204 | 49 969 | 53 736 | 57 504 | 28   | 66 945      | 71 156 | 75 368 | 79 582 | 83 797 | 88 014 | 92 232 |
| 29   | 57 504      | 61 273 | 65 044 | 68 815 | 72 588 | 76 361 | 80 136 | 29   | 92 232      | 96 451 | 00 672 | 04 894 | 09 117 | 13 342 | 17 569 |
| 30   | 4.68 80 136 | 83 912 | 87 689 | 91 467 | 95 246 | 99 027 | 02 808 | 30   | 4.83 17 569 | 21 796 | 26 026 | 30 256 | 34 488 | 38 721 | 42 956 |
| 31   | 4.69 02 808 | 06 591 | 10 375 | 14 160 | 17 946 | 21 733 | 25 521 | 31   | 42 956      | 47 192 | 51 430 | 55 669 | 59 909 | 64 151 | 68 394 |
| 32   | 25 521      | 29 311 | 33 101 | 36 893 | 40 686 | 44 480 | 48 275 | 32   | 68 394      | 72 639 | 76 885 | 81 132 | 85 381 | 89 631 | 93 883 |
| 33   | 48 275      | 52 071 | 55 868 | 59 667 | 63 467 | 67 267 | 71 069 | 33   | 93 883      | 98 136 | 02 391 | 06 646 | 10 904 | 15 163 | 19 423 |
| 34   | 71 069      | 74 872 | 78 677 | 82 482 | 86 288 | 90 096 | 93 905 | 34   | 4.84 19 423 | 23 684 | 27 947 | 32 212 | 36 478 | 40 745 | 45 014 |
| 35   | 4.69 93 905 | 97 715 | 01 526 | 05 338 | 09 151 | 12 966 | 16 781 | 35   | 4.84 45 014 | 49 284 | 53 556 | 57 829 | 62 103 | 66 379 | 70 656 |
| 36   | 4.70 16 781 | 20 598 | 24 416 | 28 235 | 32 055 | 35 877 | 39 699 | 36   | 70 656      | 74 935 | 79 215 | 83 497 | 87 780 | 92 065 | 96 351 |
| 37   | 39 699      | 43 523 | 47 348 | 51 174 | 55 001 | 58 829 | 62 659 | 37   | 96 351      | 00 638 | 04 927 | 09 217 | 13 509 | 17 802 | 22 097 |
| 38   | 62 659      | 66 489 | 70 321 | 74 154 | 77 988 | 81 823 | 85 660 | 38   | 4.85 22 097 | 26 393 | 30 690 | 34 989 | 39 290 | 43 591 | 47 895 |
| 39   | 85 660      | 89 497 | 93 336 | 97 176 | 01 017 | 04 859 | 08 702 | 39   | 47 895      | 52 200 | 56 506 | 60 813 | 65 123 | 69 433 | 73 745 |
| 40   | 4.71 08 702 | 12 547 | 16 393 | 20 240 | 24 088 | 27 937 | 31 787 | 40   | 4.85 73 745 | 78 059 | 82 374 | 86 690 | 91 008 | 95 327 | 99 648 |
| 41   | 31 787      | 35 639 | 39 491 | 43 345 | 47 200 | 51 056 | 54 914 | 41   | 99 648      | 03 970 | 08 294 | 12 619 | 16 946 | 21 274 | 25 603 |
| 42   | 54 914      | 58 772 | 62 632 | 66 493 | 70 355 | 74 218 | 78 083 | 42   | 4.86 25 603 | 29 934 | 34 267 | 38 601 | 42 936 | 47 273 | 51 612 |
| 43   | 78 083      | 81 948 | 85 815 | 89 683 | 93 552 | 97 422 | 01 294 | 43   | 51 612      | 55 952 | 60 293 | 64 636 | 68 980 | 73 326 | 77 673 |
| 44   | 4.72 01 294 | 05 167 | 09 040 | 12 915 | 16 792 | 20 669 | 24 548 | 44   | 77 673      | 82 022 | 86 372 | 90 724 | 95 077 | 99 432 | 03 788 |
| 45   | 4.72 24 548 | 28 427 | 32 308 | 36 190 | 40 074 | 43 958 | 47 844 | 45   | 4.87 03 788 | 08 146 | 12 505 | 16 866 | 21 228 | 25 591 | 29 956 |
| 46   | 47 844      | 51 731 | 55 619 | 59 508 | 63 399 | 67 290 | 71 183 | 46   | 29 956      | 34 323 | 38 691 | 43 061 | 47 432 | 51 804 | 56 178 |
| 47   | 71 183      | 75 077 | 78 972 | 82 869 | 86 766 | 90 665 | 94 565 | 47   | 56 178      | 60 554 | 64 931 | 69 310 | 73 690 | 78 071 | 82 455 |
| 48   | 94 565      | 98 466 | 02 369 | 06 272 | 10 177 | 14 083 | 17 990 | 48   | 82 455      | 86 839 | 91 225 | 95 613 | 00 002 | 04 393 | 08 785 |
| 49   | 4.73 17 990 | 21 899 | 25 808 | 29 719 | 33 631 | 37 544 | 41 459 | 49   | 4.88 08 785 | 13 178 | 17 574 | 21 970 | 26 368 | 30 768 | 35 169 |
| 50   | 4.73 41 459 | 45 375 | 49 291 | 53 209 | 57 129 | 61 049 | 64 971 | 50   | 4.88 35 169 | 39 572 | 43 976 | 48 382 | 52 789 | 57 198 | 61 609 |
| 51   | 64 971      | 68 894 | 72 818 | 76 743 | 80 670 | 84 597 | 88 526 | 51   | 61 609      | 66 020 | 70 434 | 74 849 | 79 265 | 83 683 | 88 103 |
| 52   | 88 526      | 92 456 | 96 388 | 00 320 | 04 254 | 08 189 | 12 125 | 52   | 88 103      | 92 524 | 96 946 | 01 370 | 05 796 | 10 223 | 14 652 |
| 53   | 4.74 12 125 | 16 063 | 20 002 | 23 942 | 27 883 | 31 825 | 35 769 | 53   | 4.89 14 652 | 19 082 | 23 514 | 27 947 | 32 382 | 36 818 | 41 256 |
| 54   | 35 769      | 39 713 | 43 659 | 47 607 | 51 555 | 55 505 | 59 456 | 54   | 41 256      | 45 696 | 50 137 | 54 579 | 59 023 | 63 469 | 67 916 |
| 55   | 4.74 59 456 | 63 408 | 67 361 | 71 316 | 75 272 | 79 229 | 83 187 | 55   | 4.89 67 916 | 72 365 | 76 815 | 81 270 | 85 720 | 90 175 | 94 632 |
| 56   | 83 187      | 87 147 | 91 107 | 95 069 | 99 033 | 02 997 | 06 963 | 56   | 94 632      | 99 090 | 03 549 | 08 010 | 12 473 | 16 937 | 21 403 |
| 57   | 4.75 06 963 | 10 930 | 14 898 | 18 867 | 22 838 | 26 810 | 30 783 | 57   | 4.90 21 403 | 25 871 | 30 340 | 34 810 | 39 282 | 43 756 | 48 231 |
| 58   | 30 783      | 34 757 | 38 733 | 42 710 | 46 688 | 50 667 | 54 648 | 58   | 48 231      | 52 708 | 57 186 | 61 666 | 66 148 | 70 631 | 75 115 |
| 59   | 54 648      | 58 630 | 62 613 | 66 597 | 70 583 | 74 570 | 78 558 | 59   | 75 115      | 79 602 | 84 089 | 88 579 | 93 070 | 97 562 | 02 056 |

| 3584   | 3622   | 3659   | 3697   | 3735   | 3773   | 3811   | 3849   | 3887   | 3925   | 3963   | 4001   | 4039   | 4077   | 4115   | 4153   | 4191   | 4229   | 4267   | 4305   | 4343   | 4381   | 4419   | 4457   | 4494   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 358.4  | 362.2  | 365.9  | 369.7  | 373.5  | 377.3  | 381.1  | 384.9  | 388.7  | 392.5  | 396.3  | 400.1  | 403.9  | 407.7  | 411.5  | 415.3  | 419.1  | 422.9  | 426.7  | 430.5  | 434.3  | 438.1  | 441.9  | 445.7  | 449.4  |
| 716.8  | 724.4  | 731.8  | 739.4  | 747.0  | 754.6  | 762.2  | 769.8  | 777.4  | 785.0  | 792.6  | 800.2  | 807.8  | 815.4  | 823.0  | 830.6  | 838.2  | 845.8  | 853.4  | 861.0  | 868.6  | 876.2  | 883.8  | 891.4  | 898.8  |
| 1075.2 | 1086.6 | 1097.7 | 1109.1 | 1120.5 | 1131.9 | 1143.3 | 1154.7 | 1166.1 | 1177.5 | 1188.9 | 1200.3 | 1211.7 | 1223.1 | 1234.5 | 1245.9 | 1257.3 | 1268.7 | 1280.1 | 1291.5 | 1302.9 | 1314.3 | 1325.7 | 1337.1 | 1348.5 |
| 1433.6 | 1448.8 | 1463.6 | 1478.8 | 1494.0 | 1509.2 | 1524.4 | 1539.6 | 1554.8 | 1570.0 | 1585.2 | 1600.4 | 1615.6 | 1630.8 | 1646.0 | 1661.2 | 1676.4 | 1691.6 | 1706.8 | 1722.0 | 1737.2 | 1752.4 | 1767.6 | 1782.8 | 1797.6 |
| 1792.0 | 1811.0 | 1829.5 | 1848.5 | 1867.5 | 1886.5 | 1905.5 | 1924.5 | 1943.5 | 1962.5 | 1981.5 | 2000.5 | 2019.5 | 2038.5 | 2057.5 | 2076.5 | 2095.5 | 2114.5 | 2133.5 | 2152.5 | 2171.5 | 2190.5 | 2209.5 | 2228.5 | 2247.0 |
| 2159.4 | 2173.2 | 2195.4 |        | 2211.0 | 2226.8 | 2242.6 | 2258.4 | 2274.2 | 2290.0 | 2305.8 | 2321.6 | 2337.4 | 2353.2 | 2369.0 | 2384.8 | 2400.6 | 2416.4 | 2432.2 | 2448.0 | 2463.8 | 2479.6 | 2495.4 | 2511.2 | 2527.0 |
| 2508.8 | 2535.4 | 2561.3 | 2587.9 | 2614.5 | 2641.1 | 2667.7 | 2694.3 | 2720.9 | 2747.5 | 2774.1 | 2800.7 | 2827.3 | 2853.9 | 2880.5 | 2907.1 | 2933.7 | 2960.3 | 2986.9 | 3013.5 | 3040.1 | 3066.7 | 3093.3 | 3119.9 | 3145.8 |
| 3167.2 | 3197.0 | 3226.7 | 3256.4 | 3286.0 | 3315.7 | 3345.4 | 3375.1 | 3404.8 | 3434.5 | 3464.0 | 3493.8 | 3523.5 | 3553.2 | 3583.0 | 3612.7 | 3642.5 | 3672.2 | 3702.0 | 3731.7 | 3761.5 | 3791.2 | 3821.0 | 3850.7 | 3880.4 |
| 3910.1 | 3939.8 | 3969.5 | 3999.2 | 4028.9 | 4058.6 | 4088.3 | 4118.0 | 4147.7 | 4177.4 | 4207.1 | 4236.8 | 4266.5 | 4296.2 | 4325.9 | 4355.6 | 4385.3 | 4415.0 | 4444.7 | 4474.4 | 4504.1 | 4533.8 | 4563.5 | 4593.2 | 4622.9 |
| 4652.6 | 4682.3 | 4712.0 | 4741.7 | 4771.4 | 4801.1 | 4830.8 | 4860.5 | 4890.2 | 4919.9 | 4949.6 | 4979.3 | 5009.0 | 5038.7 | 5068.4 | 5098.1 | 5127.8 | 5157.5 | 5187.2 | 5216.9 | 5246.6 | 5276.3 | 5306.0 | 5335.7 | 5365.4 |



Tafel IV.

| log M. |        |         |         |         |         |         |         |        |        |         |         |         |         |         |         |        |        |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 172°   |        |         |         |         |         |         |         |        |        |         |         |         |         |         | 173°    |        |        |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |         |         |         |
| v      | 0"     | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v      | 0"     | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v      | 0"     | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     | v       | 0"     | 10"     | 20"     | 30"     | 40"     | 50"     | 60"     |         |         |
| 0      | 4.91   | 02 056  | 06 552  | 11 049  | 15 548  | 20 048  | 24 550  | 29 054 | 0      | 5.08    | 32 008  | 37 154  | 42 302  | 47 452  | 52 604  | 57 758 | 62 914 | 1       | 62 914  | 68 072  | 73 232  | 78 394  | 83 559  | 88 725  | 93 894 | 1       | 62 914  | 68 072  | 73 232  | 78 394  | 83 559  | 88 725  | 93 894  |
| 1      | 29 054 | 33 559  | 38 066  | 42 574  | 47 084  | 51 596  | 56 109  | 1      | 93 894 | 99 064  | 104 237 | 109 412 | 114 589 | 119 768 | 124 949 | 2      | 5.09   | 24 949  | 30 132  | 35 317  | 40 504  | 45 694  | 50 885  | 56 079  | 2      | 93 894  | 99 064  | 104 237 | 109 412 | 114 589 | 119 768 | 124 949 |         |
| 2      | 56 109 | 60 624  | 65 140  | 69 658  | 74 178  | 78 699  | 83 221  | 2      | 56 079 | 61 274  | 66 472  | 71 672  | 76 874  | 82 078  | 87 285  | 3      | 5.09   | 87 285  | 92 493  | 97 703  | 102 916 | 108 131 | 113 347 | 118 566 | 3      | 56 079  | 61 274  | 66 472  | 71 672  | 76 874  | 82 078  | 87 285  |         |
| 3      | 83 221 | 87 746  | 92 272  | 96 799  | 101 328 | 105 859 | 110 391 | 3      | 5.09   | 18 566  | 23 787  | 29 011  | 34 236  | 39 463  | 44 693  | 4      | 5.09   | 24 949  | 30 132  | 35 317  | 40 504  | 45 694  | 50 885  | 56 079  | 4      | 56 079  | 61 274  | 66 472  | 71 672  | 76 874  | 82 078  | 87 285  |         |
| 4      | 4.92   | 10 391  | 14 925  | 19 461  | 23 998  | 28 537  | 33 077  | 4      | 56 079 | 61 274  | 66 472  | 71 672  | 76 874  | 82 078  | 87 285  | 5      | 5.09   | 87 285  | 92 493  | 97 703  | 102 916 | 108 131 | 113 347 | 118 566 | 5      | 5.09    | 87 285  | 92 493  | 97 703  | 102 916 | 108 131 | 113 347 | 118 566 |
| 5      | 4.92   | 37 619  | 42 163  | 46 708  | 51 255  | 55 803  | 60 353  | 5      | 5.09   | 18 566  | 23 787  | 29 011  | 34 236  | 39 463  | 44 693  | 6      | 5.10   | 18 566  | 23 787  | 29 011  | 34 236  | 39 463  | 44 693  | 49 925  | 6      | 5.10    | 18 566  | 23 787  | 29 011  | 34 236  | 39 463  | 44 693  | 49 925  |
| 6      | 64 905 | 69 458  | 74 013  | 78 570  | 83 128  | 87 688  | 92 249  | 6      | 49 925 | 55 158  | 60 394  | 65 633  | 70 873  | 76 115  | 81 360  | 7      | 49 925 | 55 158  | 60 394  | 65 633  | 70 873  | 76 115  | 81 360  | 7       | 49 925 | 55 158  | 60 394  | 65 633  | 70 873  | 76 115  | 81 360  |         |         |
| 7      | 92 249 | 96 812  | 101 377 | 105 943 | 110 511 | 115 081 | 119 652 | 7      | 81 360 | 86 606  | 91 855  | 97 106  | 102 359 | 107 614 | 112 872 | 8      | 81 360 | 86 606  | 91 855  | 97 106  | 102 359 | 107 614 | 112 872 | 8       | 81 360 | 86 606  | 91 855  | 97 106  | 102 359 | 107 614 | 112 872 |         |         |
| 8      | 4.93   | 19 652  | 24 225  | 28 800  | 33 376  | 37 953  | 42 533  | 8      | 5.11   | 12 872  | 18 131  | 23 393  | 28 657  | 33 923  | 39 191  | 9      | 5.11   | 12 872  | 18 131  | 23 393  | 28 657  | 33 923  | 39 191  | 9       | 5.11   | 12 872  | 18 131  | 23 393  | 28 657  | 33 923  | 39 191  | 44 461  |         |
| 9      | 47 114 | 51 697  | 56 281  | 60 867  | 65 454  | 70 044  | 74 635  | 9      | 5.11   | 44 461  | 49 734  | 55 008  | 60 285  | 65 564  | 70 845  | 10     | 5.11   | 44 461  | 49 734  | 55 008  | 60 285  | 65 564  | 70 845  | 76 129  | 10     | 5.11    | 44 461  | 49 734  | 55 008  | 60 285  | 65 564  | 70 845  | 76 129  |
| 10     | 4.93   | 74 635  | 79 227  | 83 821  | 88 417  | 93 015  | 97 614  | 10     | 5.11   | 76 129  | 81 414  | 86 702  | 91 992  | 97 284  | 102 578 | 11     | 5.12   | 07 874  | 13 173  | 18 474  | 23 777  | 29 082  | 34 389  | 39 699  | 11     | 76 129  | 81 414  | 86 702  | 91 992  | 97 284  | 102 578 | 107 874 |         |
| 11     | 4.94   | 02 215  | 06 817  | 11 421  | 16 027  | 20 635  | 25 244  | 11     | 5.12   | 07 874  | 13 173  | 18 474  | 23 777  | 29 082  | 34 389  | 12     | 5.12   | 07 874  | 13 173  | 18 474  | 23 777  | 29 082  | 34 389  | 39 699  | 12     | 76 129  | 81 414  | 86 702  | 91 992  | 97 284  | 102 578 | 107 874 |         |
| 12     | 29 854 | 34 467  | 39 081  | 43 697  | 48 314  | 52 933  | 57 554  | 12     | 39 699 | 45 010  | 50 324  | 55 640  | 60 959  | 66 279  | 71 602  | 13     | 39 699 | 45 010  | 50 324  | 55 640  | 60 959  | 66 279  | 71 602  | 13      | 39 699 | 45 010  | 50 324  | 55 640  | 60 959  | 66 279  | 71 602  |         |         |
| 13     | 57 554 | 62 176  | 66 800  | 71 426  | 76 054  | 80 683  | 85 314  | 13     | 71 602 | 76 927  | 82 254  | 87 583  | 92 915  | 98 249  | 103 585 | 14     | 71 602 | 76 927  | 82 254  | 87 583  | 92 915  | 98 249  | 103 585 | 14      | 71 602 | 76 927  | 82 254  | 87 583  | 92 915  | 98 249  | 103 585 |         |         |
| 14     | 85 314 | 89 946  | 94 580  | 99 216  | 103 854 | 108 493 | 113 134 | 14     | 5.13   | 03 585  | 08 923  | 14 263  | 19 606  | 24 951  | 30 298  | 15     | 5.13   | 03 585  | 08 923  | 14 263  | 19 606  | 24 951  | 30 298  | 35 647  | 15     | 5.13    | 03 585  | 08 923  | 14 263  | 19 606  | 24 951  | 30 298  | 35 647  |
| 15     | 4.95   | 13 134  | 17 776  | 22 420  | 27 066  | 31 714  | 36 363  | 15     | 35 647 | 40 999  | 46 352  | 51 708  | 57 067  | 62 427  | 67 790  | 16     | 35 647 | 40 999  | 46 352  | 51 708  | 57 067  | 62 427  | 67 790  | 16      | 35 647 | 40 999  | 46 352  | 51 708  | 57 067  | 62 427  | 67 790  |         |         |
| 16     | 41 014 | 45 667  | 50 321  | 54 977  | 59 635  | 64 294  | 68 956  | 16     | 67 790 | 73 155  | 78 522  | 83 891  | 89 263  | 94 637  | 100 013 | 17     | 67 790 | 73 155  | 78 522  | 83 891  | 89 263  | 94 637  | 100 013 | 17      | 67 790 | 73 155  | 78 522  | 83 891  | 89 263  | 94 637  | 100 013 |         |         |
| 17     | 68 956 | 73 618  | 78 283  | 82 949  | 87 617  | 92 287  | 96 958  | 17     | 5.14   | 00 013  | 05 391  | 10 772  | 16 155  | 21 540  | 26 928  | 18     | 5.14   | 00 013  | 05 391  | 10 772  | 16 155  | 21 540  | 26 928  | 32 317  | 18     | 5.14    | 00 013  | 05 391  | 10 772  | 16 155  | 21 540  | 26 928  | 32 317  |
| 18     | 96 958 | 101 631 | 106 306 | 110 982 | 115 661 | 120 341 | 125 022 | 18     | 32 317 | 37 709  | 43 103  | 48 500  | 53 899  | 59 300  | 64 703  | 19     | 32 317 | 37 709  | 43 103  | 48 500  | 53 899  | 59 300  | 64 703  | 19      | 32 317 | 37 709  | 43 103  | 48 500  | 53 899  | 59 300  | 64 703  |         |         |
| 19     | 4.96   | 25 022  | 29 705  | 34 390  | 39 077  | 43 766  | 48 456  | 19     | 5.14   | 64 703  | 70 108  | 75 516  | 80 926  | 86 339  | 91 753  | 20     | 5.14   | 64 703  | 70 108  | 75 516  | 80 926  | 86 339  | 91 753  | 97 170  | 20     | 5.14    | 64 703  | 70 108  | 75 516  | 80 926  | 86 339  | 91 753  | 97 170  |
| 20     | 4.96   | 53 148  | 57 841  | 62 537  | 67 234  | 71 933  | 76 633  | 20     | 97 170 | 102 590 | 108 011 | 113 435 | 118 861 | 124 289 | 129 720 | 21     | 97 170 | 102 590 | 108 011 | 113 435 | 118 861 | 124 289 | 129 720 | 21      | 97 170 | 102 590 | 108 011 | 113 435 | 118 861 | 124 289 | 129 720 |         |         |
| 21     | 81 335 | 86 039  | 90 745  | 95 452  | 100 162 | 104 872 | 109 585 | 21     | 5.15   | 29 720  | 35 153  | 40 588  | 46 026  | 51 466  | 56 908  | 22     | 5.15   | 29 720  | 35 153  | 40 588  | 46 026  | 51 466  | 56 908  | 62 352  | 22     | 5.15    | 29 720  | 35 153  | 40 588  | 46 026  | 51 466  | 56 908  | 62 352  |
| 22     | 4.97   | 09 585  | 14 299  | 19 016  | 23 733  | 28 453  | 33 174  | 22     | 62 352 | 67 799  | 73 248  | 78 699  | 84 153  | 89 609  | 95 067  | 23     | 62 352 | 67 799  | 73 248  | 78 699  | 84 153  | 89 609  | 95 067  | 23      | 62 352 | 67 799  | 73 248  | 78 699  | 84 153  | 89 609  | 95 067  |         |         |
| 23     | 37 897 | 42 622  | 47 349  | 52 077  | 56 807  | 61 539  | 66 272  | 23     | 95 067 | 100 528 | 105 991 | 111 456 | 116 924 | 122 394 | 127 866 | 24     | 95 067 | 100 528 | 105 991 | 111 456 | 116 924 | 122 394 | 127 866 | 24      | 95 067 | 100 528 | 105 991 | 111 456 | 116 924 | 122 394 | 127 866 |         |         |
| 24     | 66 272 | 71 008  | 75 745  | 80 483  | 85 224  | 89 966  | 94 710  | 24     | 5.16   | 27 866  | 33 341  | 38 818  | 44 297  | 49 778  | 55 262  | 25     | 5.16   | 27 866  | 33 341  | 38 818  | 44 297  | 49 778  | 55 262  | 60 749  | 25     | 5.16    | 27 866  | 33 341  | 38 818  | 44 297  | 49 778  | 55 262  | 60 749  |
| 25     | 4.97   | 94 710  | 99 456  | 104 204 | 108 953 | 113 704 | 118 457 | 25     | 60 749 | 66 237  | 71 728  | 77 221  | 82 717  | 88 215  | 93 715  | 26     | 60 749 | 66 237  | 71 728  | 77 221  | 82 717  | 88 215  | 93 715  | 26      | 60 749 | 66 237  | 71 728  | 77 221  | 82 717  | 88 215  | 93 715  |         |         |
| 26     | 4.98   | 23 212  | 27 968  | 32 726  | 37 486  | 42 248  | 47 011  | 26     | 93 715 | 99 218  | 104 723 | 110 231 | 115 740 | 121 252 | 126 767 | 27     | 93 715 | 99 218  | 104 723 | 110 231 | 115 740 | 121 252 | 126 767 | 27      | 93 715 | 99 218  | 104 723 | 110 231 | 115 740 | 121 252 | 126 767 |         |         |
| 27     | 51 776 | 56 543  | 61 312  | 66 083  | 70 855  | 75 629  | 80 405  | 27     | 5.17   | 26 767  | 32 284  | 37 803  | 43 325  | 48 849  | 54 375  | 28     | 5.17   | 26 767  | 32 284  | 37 803  | 43 325  | 48 849  | 54 375  | 59 904  | 28     | 5.17    | 26 767  | 32 284  | 37 803  | 43 325  | 48 849  | 54 375  | 59 904  |
| 28     | 80 405 | 85 183  | 89 962  | 94 743  | 99 526  | 104 311 | 109 098 | 28     | 59 904 | 65 435  | 70 968  | 76 504  | 82 042  | 87 583  | 93 126  | 29     | 59 904 | 65 435  | 70 968  | 76 504  | 82 042  | 87 583  | 93 126  | 29      | 59 904 | 65 435  | 70 968  | 76 504  | 82 042  | 87 583  | 93 126  |         |         |
| 29     | 4.99   | 09 098  | 13 886  | 18 676  | 23 468  | 28 262  | 33 058  | 29     | 5.17   | 93 126  | 98 671  | 104 219 | 109 769 | 115 322 | 120 877 | 30     | 5.17   | 93 126  | 98 671  | 104 219 | 109 769 | 115 322 | 120 877 | 30      | 5.17   | 93 126  | 98 671  | 104 219 | 109 769 | 115 322 | 120 877 | 126 434 |         |
| 30     | 4.99   | 37 855  | 42 654  | 47 455  | 52 258  |         |         |        |        |         |         |         |         |         |         |        |        |         |         |         |         |         |         |         |        |         |         |         |         |         |         |         |         |

## Tafel IV.

log M.

| 174° |             |        |        |        |        |        |        |    |             |        |        |        | 175°   |        |        |    |             |        |        |        |        |        |        |
|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| v    | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    | v  | 0"          | 10"    | 20"    | 30"    | 40"    | 50"    | 60"    |
| 0    | 5.28 31 888 | 37 900 | 43 914 | 49 931 | 55 951 | 61 973 | 67 999 | 0  | 5.52 00 096 | 07 318 | 14 544 | 21 774 | 29 008 | 36 246 | 43 488 | 0  | 5.52 00 096 | 07 318 | 14 544 | 21 774 | 29 008 | 36 246 | 43 488 |
| 1    | 67 999      | 74 027 | 80 058 | 86 092 | 92 129 | 98 168 | 04 211 | 1  | 43 488      | 50 734 | 57 985 | 65 239 | 72 497 | 79 760 | 87 027 | 1  | 43 488      | 50 734 | 57 985 | 65 239 | 72 497 | 79 760 | 87 027 |
| 2    | 5.29 04 211 | 10 256 | 16 304 | 22 355 | 28 409 | 34 465 | 40 525 | 2  | 87 027      | 94 297 | 01 572 | 08 851 | 16 134 | 23 421 | 30 712 | 2  | 87 027      | 94 297 | 01 572 | 08 851 | 16 134 | 23 421 | 30 712 |
| 3    | 40 525      | 46 587 | 52 652 | 58 720 | 64 791 | 70 865 | 76 941 | 3  | 5.53 30 712 | 38 008 | 45 307 | 52 611 | 59 918 | 67 230 | 74 546 | 3  | 5.53 30 712 | 38 008 | 45 307 | 52 611 | 59 918 | 67 230 | 74 546 |
| 4    | 76 941      | 83 021 | 89 103 | 95 188 | 01 276 | 07 367 | 13 461 | 4  | 74 546      | 81 866 | 89 190 | 96 519 | 03 851 | 11 188 | 18 529 | 4  | 74 546      | 81 866 | 89 190 | 96 519 | 03 851 | 11 188 | 18 529 |
| 5    | 5.30 13 461 | 19 557 | 25 657 | 31 759 | 37 865 | 43 973 | 50 084 | 5  | 5.54 18 529 | 25 874 | 33 223 | 40 576 | 47 934 | 55 296 | 62 662 | 5  | 5.54 18 529 | 25 874 | 33 223 | 40 576 | 47 934 | 55 296 | 62 662 |
| 6    | 50 084      | 56 198 | 62 315 | 68 435 | 74 558 | 80 683 | 86 812 | 6  | 62 662      | 70 032 | 77 406 | 84 785 | 92 168 | 99 555 | 06 946 | 6  | 62 662      | 70 032 | 77 406 | 84 785 | 92 168 | 99 555 | 06 946 |
| 7    | 86 812      | 92 943 | 99 078 | 05 215 | 11 355 | 17 498 | 23 645 | 7  | 5.55 06 946 | 14 341 | 21 741 | 29 145 | 36 553 | 43 965 | 51 382 | 7  | 5.55 06 946 | 14 341 | 21 741 | 29 145 | 36 553 | 43 965 | 51 382 |
| 8    | 5.31 23 645 | 29 794 | 35 945 | 42 100 | 48 258 | 54 419 | 60 583 | 8  | 51 382      | 58 803 | 66 228 | 73 657 | 81 091 | 88 529 | 95 971 | 8  | 51 382      | 58 803 | 66 228 | 73 657 | 81 091 | 88 529 | 95 971 |
| 9    | 60 583      | 66 749 | 72 919 | 79 091 | 85 267 | 91 445 | 97 627 | 9  | 95 971      | 03 418 | 10 868 | 18 324 | 25 783 | 33 247 | 40 715 | 9  | 95 971      | 03 418 | 10 868 | 18 324 | 25 783 | 33 247 | 40 715 |
| 10   | 5.31 97 627 | 03 811 | 09 999 | 16 189 | 22 382 | 28 579 | 34 778 | 10 | 5.56 40 715 | 48 187 | 55 664 | 63 145 | 70 630 | 78 119 | 85 613 | 10 | 5.56 40 715 | 48 187 | 55 664 | 63 145 | 70 630 | 78 119 | 85 613 |
| 11   | 5.32 34 778 | 40 980 | 47 185 | 53 394 | 59 605 | 65 819 | 72 036 | 11 | 85 613      | 93 112 | 00 614 | 08 121 | 15 633 | 23 148 | 30 669 | 11 | 85 613      | 93 112 | 00 614 | 08 121 | 15 633 | 23 148 | 30 669 |
| 12   | 72 036      | 78 256 | 84 480 | 90 706 | 96 935 | 03 167 | 09 402 | 12 | 5.57 30 669 | 38 193 | 45 722 | 53 255 | 60 793 | 68 335 | 75 881 | 12 | 5.57 30 669 | 38 193 | 45 722 | 53 255 | 60 793 | 68 335 | 75 881 |
| 13   | 5.33 09 402 | 15 641 | 21 882 | 28 126 | 34 374 | 40 624 | 46 877 | 13 | 75 881      | 83 432 | 90 987 | 98 547 | 06 111 | 13 679 | 21 252 | 13 | 75 881      | 83 432 | 90 987 | 98 547 | 06 111 | 13 679 | 21 252 |
| 14   | 46 877      | 53 134 | 59 393 | 65 656 | 71 921 | 78 190 | 84 461 | 14 | 5.58 21 252 | 28 830 | 36 411 | 43 998 | 51 588 | 59 183 | 66 783 | 14 | 5.58 21 252 | 28 830 | 36 411 | 43 998 | 51 588 | 59 183 | 66 783 |
| 15   | 5.33 84 461 | 90 736 | 97 014 | 03 294 | 09 578 | 15 865 | 22 155 | 15 | 5.58 66 783 | 74 387 | 81 996 | 89 609 | 97 226 | 04 848 | 12 475 | 15 | 5.58 66 783 | 74 387 | 81 996 | 89 609 | 97 226 | 04 848 | 12 475 |
| 16   | 5.34 22 155 | 28 444 | 34 744 | 41 043 | 47 346 | 53 651 | 59 959 | 16 | 5.59 12 475 | 20 105 | 27 741 | 35 381 | 43 025 | 50 674 | 58 328 | 16 | 5.59 12 475 | 20 105 | 27 741 | 35 381 | 43 025 | 50 674 | 58 328 |
| 17   | 59 959      | 66 271 | 72 586 | 78 903 | 85 224 | 91 548 | 97 875 | 17 | 58 328      | 65 986 | 73 649 | 81 316 | 88 987 | 96 664 | 04 344 | 17 | 58 328      | 65 986 | 73 649 | 81 316 | 88 987 | 96 664 | 04 344 |
| 18   | 97 875      | 04 205 | 10 538 | 16 874 | 23 214 | 29 556 | 35 902 | 18 | 5.60 04 344 | 12 030 | 19 720 | 27 414 | 35 113 | 42 817 | 50 525 | 18 | 5.60 04 344 | 12 030 | 19 720 | 27 414 | 35 113 | 42 817 | 50 525 |
| 19   | 5.35 35 902 | 42 251 | 48 603 | 54 958 | 61 316 | 67 677 | 74 042 | 19 | 50 525      | 58 238 | 65 955 | 73 677 | 81 404 | 89 135 | 96 871 | 19 | 50 525      | 58 238 | 65 955 | 73 677 | 81 404 | 89 135 | 96 871 |
| 20   | 5.35 74 042 | 80 409 | 86 780 | 93 154 | 99 531 | 05 911 | 12 294 | 20 | 5.60 96 871 | 04 612 | 12 357 | 20 107 | 27 861 | 35 620 | 43 384 | 20 | 5.60 96 871 | 04 612 | 12 357 | 20 107 | 27 861 | 35 620 | 43 384 |
| 21   | 5.36 12 294 | 18 681 | 25 070 | 31 463 | 37 859 | 44 258 | 50 661 | 21 | 5.61 43 384 | 51 152 | 58 925 | 66 703 | 74 485 | 82 272 | 90 064 | 21 | 5.61 43 384 | 51 152 | 58 925 | 66 703 | 74 485 | 82 272 | 90 064 |
| 22   | 50 661      | 57 066 | 63 475 | 69 887 | 76 302 | 82 720 | 89 141 | 22 | 90 064      | 97 861 | 05 662 | 13 468 | 21 278 | 29 093 | 36 913 | 22 | 90 064      | 97 861 | 05 662 | 13 468 | 21 278 | 29 093 | 36 913 |
| 23   | 89 141      | 95 566 | 01 994 | 08 425 | 14 859 | 21 297 | 27 737 | 23 | 5.62 36 913 | 44 738 | 52 568 | 60 402 | 68 241 | 76 084 | 83 933 | 23 | 5.62 36 913 | 44 738 | 52 568 | 60 402 | 68 241 | 76 084 | 83 933 |
| 24   | 5.37 27 737 | 34 181 | 40 628 | 47 079 | 53 532 | 59 989 | 66 449 | 24 | 83 933      | 91 786 | 99 644 | 07 507 | 15 374 | 23 247 | 31 124 | 24 | 83 933      | 91 786 | 99 644 | 07 507 | 15 374 | 23 247 | 31 124 |
| 25   | 5.37 66 449 | 72 912 | 79 379 | 85 848 | 92 321 | 98 797 | 05 277 | 25 | 5.63 31 124 | 39 006 | 46 892 | 54 784 | 62 680 | 70 581 | 78 487 | 25 | 5.63 31 124 | 39 006 | 46 892 | 54 784 | 62 680 | 70 581 | 78 487 |
| 26   | 5.38 05 277 | 11 760 | 18 246 | 24 735 | 31 227 | 37 723 | 44 222 | 26 | 78 487      | 86 398 | 94 314 | 02 234 | 10 159 | 18 090 | 26 025 | 26 | 78 487      | 86 398 | 94 314 | 02 234 | 10 159 | 18 090 | 26 025 |
| 27   | 44 222      | 50 724 | 57 230 | 63 739 | 70 251 | 76 767 | 83 285 | 27 | 5.64 26 025 | 33 964 | 41 909 | 49 859 | 57 813 | 65 773 | 73 737 | 27 | 5.64 26 025 | 33 964 | 41 909 | 49 859 | 57 813 | 65 773 | 73 737 |
| 28   | 83 285      | 89 807 | 96 333 | 02 861 | 09 393 | 15 928 | 22 467 | 28 | 73 737      | 81 706 | 89 680 | 97 660 | 05 643 | 13 632 | 21 626 | 28 | 73 737      | 81 706 | 89 680 | 97 660 | 05 643 | 13 632 | 21 626 |
| 29   | 5.39 22 467 | 29 009 | 35 554 | 42 102 | 48 654 | 55 209 | 61 768 | 29 | 5.65 21 626 | 29 625 | 37 629 | 45 637 | 53 651 | 61 669 | 69 693 | 29 | 5.65 21 626 | 29 625 | 37 629 | 45 637 | 53 651 | 61 669 | 69 693 |
| 30   | 5.39 61 768 | 68 330 | 74 895 | 81 463 | 88 035 | 94 610 | 01 189 | 30 | 5.65 69 693 | 77 722 | 85 755 | 93 793 | 01 837 | 09 885 | 17 939 | 30 | 5.65 69 693 | 77 722 | 85 755 | 93 793 | 01 837 | 09 885 | 17 939 |
| 31   | 5.40 01 189 | 07 771 | 14 356 | 20 944 | 27 536 | 34 132 | 40 730 | 31 | 5.66 17 939 | 25 997 | 34 061 | 42 129 | 50 203 | 58 285 | 66 365 | 31 | 5.66 17 939 | 25 997 | 34 061 | 42 129 | 50 203 | 58 285 | 66 365 |
| 32   | 40 730      | 47 332 | 53 938 | 60 547 | 67 159 | 73 775 | 80 394 | 32 | 66 365      | 74 454 | 82 548 | 90 646 | 98 750 | 06 859 | 14 973 | 32 | 66 365      | 74 454 | 82 548 | 90 646 | 98 750 | 06 859 | 14 973 |
| 33   | 80 394      | 87 016 | 93 642 | 00 271 | 06 903 | 13 539 | 20 179 | 33 | 5.67 14 973 | 23 092 | 31 217 | 39 346 | 47 480 | 55 620 | 63 765 | 33 | 5.67 14 973 | 23 092 | 31 217 | 39 346 | 47 480 | 55 620 | 63 765 |
| 34   | 5.41 20 179 | 26 822 | 33 468 | 40 118 | 46 771 | 53 427 | 60 087 | 34 | 63 765      | 71 914 | 80 069 | 88 229 | 96 394 | 04 565 | 12 740 | 34 | 63 765      | 71 914 | 80 069 | 88 229 | 96 394 | 04 565 | 12 740 |
| 35   | 5.41 60 087 | 66 751 | 73 417 | 80 088 | 86 761 | 93 439 | 00 119 | 35 | 5.68 12 740 | 20 921 | 29 107 | 37 298 | 45 494 | 53 695 | 61 902 | 35 | 5.68 12 740 | 20 921 | 29 107 | 37 298 | 45 494 | 53 695 | 61 902 |
| 36   | 5.42 00 119 | 06 803 | 13 491 | 20 182 | 26 876 | 33 574 | 40 276 | 36 | 61 902      | 70 114 | 78 331 | 86 553 | 94 780 | 03 013 | 11 251 | 36 | 61 902      | 70 114 | 78 331 | 86 553 | 94 780 | 03 013 | 11 251 |
| 37   | 40 276      | 46 981 | 53 689 | 60 401 | 67 116 | 73 835 | 80 557 | 37 | 5.69 11 251 | 19 494 | 27 742 | 35 996 | 44 255 | 52 519 | 60 788 | 37 | 5.69 11 251 | 19 494 | 27 742 | 35 996 | 44 255 | 52 519 | 60 788 |
| 38   | 80 557      | 87 283 | 94 013 | 00 745 | 07 482 | 14 222 | 20 965 | 38 | 60 788      | 69 063 | 77 343 | 85 628 | 93 919 | 02 215 | 10 516 | 38 | 60 788      | 69 063 | 77 343 | 85 628 | 93 919 | 02 215 | 10 516 |
| 39   | 5.43 20 965 | 27 712 | 34 462 | 41 216 | 47 974 | 54 735 | 61 500 | 39 | 5.70 10 516 | 18 823 | 27 135 | 35 452 | 43 774 | 52 102 | 60 436 | 39 | 5.70 10 516 | 18 823 | 27 135 | 35 452 | 43 774 | 52 102 | 60 436 |
| 40   | 5.43 61 500 | 68 268 | 75 039 | 81 815 | 88 593 | 95 376 | 02 162 | 40 | 5.70 60 436 | 68 774 | 77 118 | 85 468 | 93 822 | 02 183 | 10 548 | 40 | 5.70 60 436 | 68 774 | 77 118 | 85 468 | 93 822 | 02 183 | 10 548 |
| 41   | 5.44 02 162 | 08 951 | 15 744 | 22 541 | 29 341 | 36 145 | 42 952 | 41 | 5.71 10 548 | 18 919 | 27 295 | 35 677 | 44 065 | 52 457 | 60 855 | 41 | 5.71 10 548 | 18 919 | 27 295 | 35 677 | 44 065 | 52 457 | 60 855 |
| 42   | 42 952      | 49 763 | 56 578 | 63 396 | 70 218 | 77 043 | 83 872 | 42 | 60 855      | 69 259 | 77 668 | 86 082 | 94 502 | 02 928 | 11 358 | 42 | 60 855      | 69 259 | 77 668 | 86 082 | 94 502 | 02 928 | 11 358 |
| 43   | 83 872      | 90 705 | 97 541 | 04 381 | 11 224 | 18 071 | 24 922 | 43 | 5.72 11 358 | 19 795 | 28 237 | 36 684 | 45 137 | 53 595 | 62 059 | 43 | 5.72 11 358 | 19 795 | 28 237 | 36 684 | 45 137 | 53 595 | 62 059 |
| 44   | 5.45 24 922 | 31 776 | 38 634 | 45 496 | 52 361 | 59 230 | 66 102 | 44 | 62 059      | 70 529 | 79 004 | 87 484 | 95 970 | 04 462 | 12 959 | 44 | 5.45 24 922 | 31 776 | 38 634 | 45 496 | 52 361 | 59 230 | 6      |

**Tafel Va.**

Argument  $\log \sin w$ ;  $\Delta \log \sin w$  in Einheiten  
der 7. Decimale. vgl. p. 64.

| $\log \sin w$ | $\Delta \log \sin w$ | $\log \sin w$ | $\Delta \log \sin w$ | $\log \sin w$ | $\Delta \log \sin w$ | Differenz |
|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------|
| 8.50          | 0                    | 8.80          | — 4                  | 9.10          | — 69                 | — 6       |
| 8.51          | 0                    | 8.81          | — 5                  | 9.11          | — 75                 | — 7       |
| 8.52          | 0                    | 8.82          | — 5                  | 9.12          | — 82                 | — 8       |
| 8.53          | 0                    | 8.83          | — 6                  | 9.13          | — 90                 | — 9       |
| 8.54          | 0                    | 8.84          | — 6                  | 9.14          | — 99                 | — 10      |
| 8.55          | 0                    | 8.85          | — 7                  | 9.15          | — 109                | — 10      |
| 8.56          | 0                    | 8.86          | — 7                  | 9.16          | — 119                | — 12      |
| 8.57          | — 1                  | 8.87          | — 8                  | 9.17          | — 131                | — 13      |
| 8.58          | — 1                  | 8.88          | — 9                  | 9.18          | — 144                | — 13      |
| 8.59          | — 1                  | 8.89          | — 10                 | 9.19          | — 157                | — 16      |
| 8.60          | — 1                  | 8.90          | — 11                 | 9.20          | — 173                | — 16      |
| 8.61          | — 1                  | 8.91          | — 12                 | 9.21          | — 189                | — 19      |
| 8.62          | — 1                  | 8.92          | — 13                 | 9.22          | — 208                | — 20      |
| 8.63          | — 1                  | 8.93          | — 14                 | 9.23          | — 228                | — 22      |
| 8.64          | — 1                  | 8.94          | — 16                 | 9.24          | — 250                | — 24      |
| 8.65          | — 1                  | 8.95          | — 17                 | 9.25          | — 274                | — 27      |
| 8.66          | — 1                  | 8.96          | — 19                 | 9.26          | — 301                | — 29      |
| 8.67          | — 1                  | 8.97          | — 21                 | 9.27          | — 330                | — 32      |
| 8.68          | — 1                  | 8.98          | — 23                 | 9.28          | — 362                | — 35      |
| 8.69          | — 2                  | 8.99          | — 25                 | 9.29          | — 397                | — 39      |
| 8.70          | — 2                  | 9.00          | — 27                 | 9.30          | — 436                | — 42      |
| 8.71          | — 2                  | 9.01          | — 30                 | 9.31          | — 478                | — 47      |
| 8.72          | — 2                  | 9.02          | — 33                 | 9.32          | — 525                | — 51      |
| 8.73          | — 2                  | 9.03          | — 36                 | 9.33          | — 576                | — 56      |
| 8.74          | — 2                  | 9.04          | — 39                 | 9.34          | — 632                | — 61      |
| 8.75          | — 3                  | 9.05          | — 43                 | 9.35          | — 693                | — 68      |
| 8.76          | — 3                  | 9.06          | — 47                 | 9.36          | — 761                | — 74      |
| 8.77          | — 3                  | 9.07          | — 52                 | 9.37          | — 835                | — 81      |
| 8.78          | — 4                  | 9.08          | — 57                 | 9.38          | — 916                | — 89      |
| 8.79          | — 4                  | 9.09          | — 62                 | 9.39          | — 1005               | — 98      |
| 8.80          | — 4                  | 9.10          | — 69                 | 9.40          | — 1103               |           |

$$\log \alpha = 0.780\,3008$$

$$\sin w = \alpha \frac{\sqrt{q}}{\sqrt{t}}$$

$$\log \sin v = \log \sin w + \Delta \log \sin w$$

$$r = 4q \left( \frac{\sin \frac{1}{2}v}{\sin v} \right)^2$$

**Tafel Vb.**

Argument  $\log \sin v$ ;  $\Delta \log \sin v$  in Einheiten  
der 7. Decimale. vgl. p. 64.

| $\log \sin v$ | $\Delta \log \sin v$ | $\log \sin v$ | $\Delta \log \sin v$ | $\log \sin v$ | $\Delta \log \sin v$ | Differenz |
|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------|
| 8.50          | 0                    | 8.80          | + 4                  | 9.10          | + 69                 | + 6       |
| 8.51          | 0                    | 8.81          | + 5                  | 9.11          | + 75                 | + 7       |
| 8.52          | 0                    | 8.82          | + 5                  | 9.12          | + 82                 | + 8       |
| 8.53          | 0                    | 8.83          | + 6                  | 9.13          | + 90                 | + 9       |
| 8.54          | 0                    | 8.84          | + 6                  | 9.14          | + 99                 | + 10      |
| 8.55          | 0                    | 8.85          | + 7                  | 9.15          | + 109                | + 10      |
| 8.56          | 0                    | 8.86          | + 7                  | 9.16          | + 119                | + 12      |
| 8.57          | + 1                  | 8.87          | + 8                  | 9.17          | + 131                | + 13      |
| 8.58          | + 1                  | 8.88          | + 9                  | 9.18          | + 144                | + 13      |
| 8.59          | + 1                  | 8.89          | + 10                 | 9.19          | + 157                | + 16      |
| 8.60          | + 1                  | 8.90          | + 11                 | 9.20          | + 173                | + 16      |
| 8.61          | + 1                  | 8.91          | + 12                 | 9.21          | + 189                | + 19      |
| 8.62          | + 1                  | 8.92          | + 13                 | 9.22          | + 208                | + 20      |
| 8.63          | + 1                  | 8.93          | + 14                 | 9.23          | + 228                | + 22      |
| 8.64          | + 1                  | 8.94          | + 16                 | 9.24          | + 250                | + 24      |
| 8.65          | + 1                  | 8.95          | + 17                 | 9.25          | + 274                | + 27      |
| 8.66          | + 1                  | 8.96          | + 19                 | 9.26          | + 301                | + 29      |
| 8.67          | + 1                  | 8.97          | + 21                 | 9.27          | + 330                | + 32      |
| 8.68          | + 1                  | 8.98          | + 23                 | 9.28          | + 362                | + 35      |
| 8.69          | + 2                  | 8.99          | + 25                 | 9.29          | + 397                | + 39      |
| 8.70          | + 2                  | 9.00          | + 27                 | 9.30          | + 436                | + 42      |
| 8.71          | + 2                  | 9.01          | + 30                 | 9.31          | + 478                | + 47      |
| 8.72          | + 2                  | 9.02          | + 33                 | 9.32          | + 525                | + 51      |
| 8.73          | + 2                  | 9.03          | + 36                 | 9.33          | + 576                | + 56      |
| 8.74          | + 2                  | 9.04          | + 39                 | 9.34          | + 632                | + 61      |
| 8.75          | + 3                  | 9.05          | + 43                 | 9.35          | + 693                | + 68      |
| 8.76          | + 3                  | 9.06          | + 47                 | 9.36          | + 761                | + 74      |
| 8.77          | + 3                  | 9.07          | + 52                 | 9.37          | + 835                | + 81      |
| 8.78          | + 4                  | 9.08          | + 57                 | 9.38          | + 916                | + 89      |
| 8.79          | + 4                  | 9.09          | + 62                 | 9.39          | + 1006               | + 98      |
| 8.80          | + 4                  | 9.10          | + 69                 | 9.40          | + 1105               |           |

$$\log \alpha^3 = 2.340\,9023$$

$$\sin v = 2 \sin \frac{1}{2}v \sqrt{\frac{q}{r}}$$

$$\log \sin w = \log \sin v + \Delta \log \sin v$$

$$t = \alpha^3 \left( \frac{\sqrt{q}}{\sin w} \right)^3$$

Tafel VIa.

vgl. p. 72.

| $s$   | $\log f$   | Diff.  | $\log E$   | Diff. | $s$     | $\log f$   | Diff.  | $\log E$   | Diff. |
|-------|------------|--------|------------|-------|---------|------------|--------|------------|-------|
| .1300 | 0.046 2482 | — 1376 | 0.003 1720 | — 90  | — 0.250 | 0.039 2507 | — 1425 | 0.002 7090 | — 95  |
| .1299 | 046 1106   | — 1376 | 003 1630   | — 91  | — 0.249 | 039 1082   | — 1426 | 002 6995   | — 95  |
| .1298 | 045 9730   | — 1378 | 003 1539   | — 90  | — 0.248 | 038 9656   | — 1427 | 002 6900   | — 95  |
| .1297 | 045 8352   | — 1378 | 003 1449   | — 91  | — 0.247 | 038 8229   | — 1428 | 002 6805   | — 96  |
| .1296 | 045 6974   | — 1380 | 003 1358   | — 91  | — 0.246 | 038 6801   | — 1429 | 002 6709   | — 95  |
| .1295 | 0.045 5594 | — 1380 | 0.003 1267 | — 91  | — 0.245 | 0.038 5372 | — 1430 | 0.002 6614 | — 95  |
| .1294 | 045 4214   | — 1382 | 003 1176   | — 91  | — 0.244 | 038 3942   | — 1431 | 002 6519   | — 96  |
| .1293 | 045 2832   | — 1382 | 003 1085   | — 91  | — 0.243 | 038 2511   | — 1432 | 002 6423   | — 95  |
| .1292 | 045 1450   | — 1384 | 003 0994   | — 91  | — 0.242 | 038 1079   | — 1433 | 002 6328   | — 96  |
| .1291 | 045 0066   | — 1384 | 003 0903   | — 91  | — 0.241 | 037 9646   | — 1434 | 002 6232   | — 96  |
| .1290 | 0.044 8682 | — 1385 | 0.003 0812 | — 92  | — 0.240 | 0.037 8212 | — 1435 | 0.002 6136 | — 96  |
| .1289 | 044 7297   | — 1386 | 003 0720   | — 91  | — 0.239 | 037 6777   | — 1436 | 002 6040   | — 96  |
| .1288 | 044 5911   | — 1388 | 003 0629   | — 91  | — 0.238 | 037 5341   | — 1437 | 002 5944   | — 96  |
| .1287 | 044 4523   | — 1388 | 003 0538   | — 92  | — 0.237 | 037 3904   | — 1439 | 002 5848   | — 96  |
| .1286 | 044 3135   | — 1389 | 003 0446   | — 92  | — 0.236 | 037 2465   | — 1439 | 002 5752   | — 96  |
| .1285 | 0.044 1746 | — 1390 | 0.003 0354 | — 91  | — 0.235 | 0.037 1026 | — 1440 | 0.002 5656 | — 96  |
| .1284 | 044 0356   | — 1391 | 003 0263   | — 92  | — 0.234 | 036 9586   | — 1442 | 002 5560   | — 97  |
| .1283 | 043 8965   | — 1392 | 003 0171   | — 92  | — 0.233 | 036 8144   | — 1442 | 002 5463   | — 96  |
| .1282 | 043 7573   | — 1393 | 003 0079   | — 92  | — 0.232 | 036 6702   | — 1444 | 002 5367   | — 97  |
| .1281 | 043 6180   | — 1394 | 002 9987   | — 92  | — 0.231 | 036 5258   | — 1444 | 002 5270   | — 97  |
| .1280 | 0.043 4786 | — 1395 | 0.002 9895 | — 93  | — 0.230 | 0.036 3814 | — 1446 | 0.002 5173 | — 96  |
| .1279 | 043 3391   | — 1396 | 002 9802   | — 92  | — 0.229 | 036 2368   | — 1446 | 002 5077   | — 97  |
| .1278 | 043 1995   | — 1397 | 002 9710   | — 92  | — 0.228 | 036 0922   | — 1448 | 002 4980   | — 97  |
| .1277 | 043 0598   | — 1398 | 002 9618   | — 93  | — 0.227 | 035 9474   | — 1449 | 002 4883   | — 97  |
| .1276 | 042 9200   | — 1399 | 002 9525   | — 92  | — 0.226 | 035 8025   | — 1449 | 002 4786   | — 97  |
| .1275 | 0.042 7801 | — 1400 | 0.002 9433 | — 93  | — 0.225 | 0.035 6576 | — 1451 | 0.002 4689 | — 98  |
| .1274 | 042 6401   | — 1400 | 002 9340   | — 93  | — 0.224 | 035 5125   | — 1452 | 002 4591   | — 97  |
| .1273 | 042 5001   | — 1402 | 002 9247   | — 92  | — 0.223 | 035 3673   | — 1453 | 002 4494   | — 98  |
| .1272 | 042 3599   | — 1403 | 002 9155   | — 93  | — 0.222 | 035 2220   | — 1454 | 002 4396   | — 97  |
| .1271 | 042 2196   | — 1404 | 002 9062   | — 93  | — 0.221 | 035 0766   | — 1455 | 002 4299   | — 98  |
| .1270 | 0.042 0792 | — 1405 | 0.002 8969 | — 93  | — 0.220 | 0.034 9311 | — 1456 | 0.002 4201 | — 98  |
| .1269 | 041 9387   | — 1405 | 002 8876   | — 94  | — 0.219 | 034 7855   | — 1457 | 002 4103   | — 98  |
| .1268 | 041 7982   | — 1407 | 002 8782   | — 93  | — 0.218 | 034 6398   | — 1459 | 002 4005   | — 97  |
| .1267 | 041 6575   | — 1408 | 002 8689   | — 93  | — 0.217 | 034 4939   | — 1459 | 002 3908   | — 99  |
| .1266 | 041 5167   | — 1409 | 002 8596   | — 94  | — 0.216 | 034 3480   | — 1461 | 002 3809   | — 98  |
| .1265 | 0.041 3758 | — 1409 | 0.002 8502 | — 93  | — 0.215 | 0.034 2019 | — 1461 | 0.002 3711 | — 98  |
| .1264 | 041 2349   | — 1411 | 002 8409   | — 94  | — 0.214 | 034 0558   | — 1463 | 002 3613   | — 98  |
| .1263 | 041 0938   | — 1412 | 002 8315   | — 94  | — 0.213 | 033 9095   | — 1463 | 002 3515   | — 99  |
| .1262 | 040 9526   | — 1413 | 002 8221   | — 93  | — 0.212 | 033 7632   | — 1465 | 002 3416   | — 98  |
| .1261 | 040 8113   | — 1413 | 002 8128   | — 94  | — 0.211 | 033 6167   | — 1466 | 002 3318   | — 99  |
| .1260 | 0.040 6700 | — 1415 | 0.002 8034 | — 94  | — 0.210 | 0.033 4701 | — 1467 | 0.002 3219 | — 99  |
| .1259 | 040 5285   | — 1416 | 002 7940   | — 94  | — 0.209 | 033 3234   | — 1468 | 002 3120   | — 99  |
| .1258 | 040 3869   | — 1417 | 002 7846   | — 95  | — 0.208 | 033 1766   | — 1469 | 002 3021   | — 99  |
| .1257 | 040 2452   | — 1417 | 002 7751   | — 94  | — 0.207 | 033 0297   | — 1470 | 002 2922   | — 99  |
| .1256 | 040 1035   | — 1419 | 002 7657   | — 94  | — 0.206 | 032 8827   | — 1471 | 002 2823   | — 99  |
| .1255 | 0.039 9616 | — 1420 | 0.002 7563 | — 95  | — 0.205 | 0.032 7356 | — 1472 | 0.002 2724 | — 99  |
| .1254 | 039 8196   | — 1421 | 002 7468   | — 94  | — 0.204 | 032 5884   | — 1474 | 002 2625   | — 99  |
| .1253 | 039 6775   | — 1422 | 002 7374   | — 95  | — 0.203 | 032 4410   | — 1474 | 002 2526   | — 100 |
| .1252 | 039 5353   | — 1422 | 002 7279   | — 95  | — 0.202 | 032 2936   | — 1476 | 002 2426   | — 99  |
| .1251 | 039 3931   | — 1424 | 002 7184   | — 94  | — 0.201 | 032 1460   | — 1477 | 002 2327   | — 100 |
| .1250 | 0.039 2507 |        | 0.002 7090 |       | — 0.200 | 0.031 9983 |        | 0.002 2227 |       |

Tafel VIa.

| s      | log f      | Diff. | log E      | Diff. | s      | log f      | Diff. | log E      | Diff. |
|--------|------------|-------|------------|-------|--------|------------|-------|------------|-------|
| —0.200 | 0.031 9983 | —1477 | 0.002 2227 | —100  | —0.150 | 0.024 4712 | —1535 | 0.001 7112 | —105  |
| —0.199 | 031 8506   | —1479 | 002 2127   | —100  | —0.149 | 024 3177   | —1536 | 001 7007   | —106  |
| —0.198 | 031 7027   | —1480 | 002 2027   | —100  | —0.148 | 024 1641   | —1538 | 001 6901   | —105  |
| —0.197 | 031 5547   | —1481 | 002 1927   | —100  | —0.147 | 024 0103   | —1538 | 001 6796   | —105  |
| —0.196 | 031 4066   | —1482 | 002 1827   | —100  | —0.146 | 023 8565   | —1540 | 001 6691   | —106  |
| —0.195 | 0.031 2584 | —1484 | 0.002 1727 | —100  | —0.145 | 0.023 7025 | —1541 | 0.001 6585 | —105  |
| —0.194 | 031 1100   | —1484 | 002 1627   | —101  | —0.144 | 023 5484   | —1542 | 001 6480   | —106  |
| —0.193 | 030 9616   | —1486 | 002 1526   | —100  | —0.143 | 023 3942   | —1543 | 001 6374   | —106  |
| —0.192 | 030 8130   | —1486 | 002 1426   | —101  | —0.142 | 023 2399   | —1545 | 001 6268   | —106  |
| —0.191 | 030 6644   | —1488 | 002 1325   | —100  | —0.141 | 023 0854   | —1546 | 001 6162   | —106  |
| —0.190 | 0.030 5156 | —1489 | 0.002 1225 | —101  | —0.140 | 0.022 9308 | —1546 | 0.001 6056 | —106  |
| —0.189 | 030 3667   | —1490 | 002 1124   | —101  | —0.139 | 022 7762   | —1549 | 001 5950   | —106  |
| —0.188 | 030 2177   | —1491 | 002 1023   | —101  | —0.138 | 022 6213   | —1549 | 001 5844   | —107  |
| —0.187 | 030 0686   | —1492 | 002 0922   | —101  | —0.137 | 022 4664   | —1551 | 001 5737   | —106  |
| —0.186 | 029 9194   | —1494 | 002 0821   | —101  | —0.136 | 022 3113   | —1551 | 001 5631   | —107  |
| —0.185 | 0.029 7700 | —1494 | 0.002 0720 | —101  | —0.135 | 0.022 1562 | —1553 | 0.001 5524 | —106  |
| —0.184 | 029 6206   | —1496 | 002 0619   | —102  | —0.134 | 022 0009   | —1555 | 001 5418   | —107  |
| —0.183 | 029 4710   | —1496 | 002 0517   | —101  | —0.133 | 021 8454   | —1555 | 001 5311   | —107  |
| —0.182 | 029 3214   | —1498 | 002 0416   | —102  | —0.132 | 021 6899   | —1557 | 001 5204   | —107  |
| —0.181 | 029 1716   | —1499 | 002 0314   | —102  | —0.131 | 021 5342   | —1558 | 001 5097   | —107  |
| —0.180 | 0.029 0217 | —1500 | 0.002 0212 | —101  | —0.130 | 0.021 3784 | —1559 | 0.001 4990 | —108  |
| —0.179 | 028 8717   | —1502 | 002 0111   | —102  | —0.129 | 021 2225   | —1560 | 001 4882   | —107  |
| —0.178 | 028 7215   | —1502 | 002 0009   | —102  | —0.128 | 021 0665   | —1562 | 001 4775   | —108  |
| —0.177 | 028 5713   | —1504 | 001 9907   | —103  | —0.127 | 020 9103   | —1563 | 001 4667   | —107  |
| —0.176 | 028 4209   | —1504 | 001 9804   | —102  | —0.126 | 020 7540   | —1564 | 001 4560   | —108  |
| —0.175 | 0.028 2705 | —1506 | 0.001 9702 | —102  | —0.125 | 0.020 5976 | —1565 | 0.001 4452 | —108  |
| —0.174 | 028 1199   | —1507 | 001 9600   | —103  | —0.124 | 020 4411   | —1567 | 001 4344   | —108  |
| —0.173 | 027 9692   | —1508 | 001 9497   | —102  | —0.123 | 020 2844   | —1567 | 001 4236   | —108  |
| —0.172 | 027 8184   | —1509 | 001 9395   | —103  | —0.122 | 020 1277   | —1570 | 001 4128   | —108  |
| —0.171 | 027 6675   | —1511 | 001 9292   | —103  | —0.121 | 019 9707   | —1570 | 001 4020   | —108  |
| —0.170 | 0.027 5164 | —1511 | 0.001 9189 | —102  | —0.120 | 0.019 8137 | —1571 | 0.001 3912 | —109  |
| —0.169 | 027 3653   | —1513 | 001 9087   | —103  | —0.119 | 019 6566   | —1573 | 001 3803   | —108  |
| —0.168 | 027 2140   | —1514 | 001 8984   | —103  | —0.118 | 019 4993   | —1574 | 001 3695   | —109  |
| —0.167 | 027 0626   | —1515 | 001 8881   | —104  | —0.117 | 019 3419   | —1575 | 001 3586   | —109  |
| —0.166 | 026 9111   | —1516 | 001 8777   | —103  | —0.116 | 019 1844   | —1577 | 001 3477   | —109  |
| —0.165 | 0.026 7595 | —1517 | 0.001 8674 | —103  | —0.115 | 0.019 0267 | —1578 | 0.001 3368 | —109  |
| —0.164 | 026 6078   | —1519 | 001 8571   | —104  | —0.114 | 018 8689   | —1579 | 001 3259   | —109  |
| —0.163 | 026 4559   | —1520 | 001 8467   | —103  | —0.113 | 018 7110   | —1580 | 001 3150   | —109  |
| —0.162 | 026 3039   | —1520 | 001 8364   | —104  | —0.112 | 018 5530   | —1582 | 001 3041   | —110  |
| —0.161 | 026 1519   | —1522 | 001 8260   | —104  | —0.111 | 018 3948   | —1583 | 001 2931   | —109  |
| —0.160 | 0.025 9997 | —1524 | 0.001 8156 | —104  | —0.110 | 0.018 2365 | —1584 | 0.001 2822 | —110  |
| —0.159 | 025 8473   | —1524 | 001 8052   | —104  | —0.109 | 018 0781   | —1585 | 001 2712   | —109  |
| —0.158 | 025 6949   | —1525 | 001 7948   | —104  | —0.108 | 017 9196   | —1587 | 001 2603   | —110  |
| —0.157 | 025 5424   | —1527 | 001 7844   | —104  | —0.107 | 017 7609   | —1588 | 001 2493   | —110  |
| —0.156 | 025 3897   | —1528 | 001 7740   | —105  | —0.106 | 017 6021   | —1589 | 001 2383   | —110  |
| —0.155 | 0.025 2369 | —1529 | 0.001 7635 | —104  | —0.105 | 0.017 4432 | —1590 | 0.001 2273 | —111  |
| —0.154 | 025 0840   | —1530 | 001 7531   | —105  | —0.104 | 017 2842   | —1592 | 001 2162   | —110  |
| —0.153 | 024 9310   | —1532 | 001 7426   | —105  | —0.103 | 017 1250   | —1593 | 001 2052   | —110  |
| —0.152 | 024 7778   | —1532 | 001 7321   | —104  | —0.102 | 016 9657   | —1595 | 001 1942   | —111  |
| —0.151 | 024 6246   | —1534 | 001 7217   | —105  | —0.101 | 016 8062   | —1595 | 001 1831   | —111  |
| —0.150 | 0.024 4712 |       | 0.001 7112 |       | —0.100 | 0.016 6467 |       | 0.001 1720 |       |

Tafel VIa.

| $s$    | $\log f$   | Diff. | $\log E$   | Diff. | $s$    | $\log f$   | Diff. | $\log E$   | Diff. |
|--------|------------|-------|------------|-------|--------|------------|-------|------------|-------|
| —0.100 | 0.016 6467 | —1597 | 0.001 1720 | —111  | —0.050 | 0.008 4993 | —1665 | 0.000 6027 | —118  |
| —0.099 | 016 4870   | —1598 | 001 1609   | —110  | —0.049 | 008 3328   | —1665 | 000 5909   | —117  |
| —0.098 | 016 3272   | —1600 | 001 1499   | —112  | —0.048 | 008 1663   | —1668 | 000 5792   | —117  |
| —0.097 | 016 1672   | —1601 | 001 1387   | —111  | —0.047 | 007 9995   | —1668 | 000 5675   | —118  |
| —0.096 | 016 0071   | —1602 | 001 1276   | —111  | —0.046 | 007 8327   | —1670 | 000 5557   | —118  |
| —0.095 | 0.015 8469 | —1603 | 0.001 1165 | —111  | —0.045 | 0.007 6657 | —1671 | 0.000 5439 | —117  |
| —0.094 | 015 6866   | —1605 | 001 1054   | —112  | —0.044 | 007 4986   | —1673 | 000 5322   | —118  |
| —0.093 | 015 5261   | —1606 | 001 0942   | —112  | —0.043 | 007 3313   | —1675 | 000 5204   | —118  |
| —0.092 | 015 3655   | —1607 | 001 0830   | —111  | —0.042 | 007 1638   | —1675 | 000 5086   | —119  |
| —0.091 | 015 2048   | —1609 | 001 0719   | —112  | —0.041 | 006 9963   | —1677 | 000 4967   | —118  |
| —0.090 | 0.015 0439 | —1610 | 0.001 0607 | —112  | —0.040 | 0.006 8286 | —1679 | 0.000 4849 | —119  |
| —0.089 | 014 8829   | —1611 | 001 0495   | —113  | —0.039 | 006 6607   | —1680 | 000 4730   | —118  |
| —0.088 | 014 7218   | —1613 | 001 0382   | —112  | —0.038 | 006 4927   | —1681 | 000 4612   | —119  |
| —0.087 | 014 5605   | —1614 | 001 0270   | —112  | —0.037 | 006 3246   | —1683 | 000 4493   | —119  |
| —0.086 | 014 3991   | —1615 | 001 0158   | —113  | —0.036 | 006 1563   | —1684 | 000 4374   | —119  |
| —0.085 | 0.014 2376 | —1617 | 0.001 0045 | —112  | —0.035 | 0.005 9879 | —1686 | 0.000 4255 | —119  |
| —0.084 | 014 0759   | —1617 | 000 9933   | —113  | —0.034 | 005 8193   | —1687 | 000 4136   | —119  |
| —0.083 | 013 9142   | —1620 | 000 9820   | —113  | —0.033 | 005 6506   | —1689 | 000 4017   | —120  |
| —0.082 | 013 7522   | —1620 | 000 9707   | —113  | —0.032 | 005 4817   | —1690 | 000 3897   | —120  |
| —0.081 | 013 5902   | —1622 | 000 9594   | —113  | —0.031 | 005 3127   | —1692 | 000 3777   | —119  |
| —0.080 | 0.013 4280 | —1623 | 0.000 9481 | —114  | —0.030 | 0.005 1435 | —1693 | 0.000 3658 | —120  |
| —0.079 | 013 2657   | —1625 | 000 9367   | —113  | —0.029 | 004 9742   | —1694 | 000 3538   | —120  |
| —0.078 | 013 1032   | —1626 | 000 9254   | —113  | —0.028 | 004 8048   | —1696 | 000 3418   | —120  |
| —0.077 | 012 9406   | —1627 | 000 9141   | —114  | —0.027 | 004 6352   | —1697 | 000 3298   | —121  |
| —0.076 | 012 7779   | —1628 | 000 9027   | —114  | —0.026 | 004 4655   | —1699 | 000 3177   | —120  |
| —0.075 | 0.012 6151 | —1630 | 0.000 8913 | —114  | —0.025 | 0.004 2956 | —1700 | 0.000 3057 | —121  |
| —0.074 | 012 4521   | —1632 | 000 8799   | —114  | —0.024 | 004 1256   | —1702 | 000 2936   | —120  |
| —0.073 | 012 2889   | —1632 | 000 8685   | —114  | —0.023 | 003 9554   | —1703 | 000 2816   | —121  |
| —0.072 | 012 1257   | —1634 | 000 8571   | —114  | —0.022 | 003 7851   | —1705 | 000 2695   | —121  |
| —0.071 | 011 9623   | —1636 | 000 8457   | —115  | —0.021 | 003 6146   | —1706 | 000 2574   | —121  |
| —0.070 | 0.011 7987 | —1636 | 0.000 8342 | —114  | —0.020 | 0.003 4440 | —1708 | 0.000 2453 | —122  |
| —0.069 | 011 6351   | —1638 | 000 8228   | —115  | —0.019 | 003 2732   | —1709 | 000 2331   | —121  |
| —0.068 | 011 4713   | —1640 | 000 8113   | —115  | —0.018 | 003 1023   | —1711 | 000 2210   | —122  |
| —0.067 | 011 3073   | —1640 | 000 7998   | —115  | —0.017 | 002 9312   | —1712 | 000 2088   | —121  |
| —0.066 | 011 1433   | —1643 | 000 7883   | —115  | —0.016 | 002 7600   | —1714 | 000 1967   | —122  |
| —0.065 | 0.010 9790 | —1643 | 0.000 7768 | —115  | —0.015 | 0.002 5886 | —1715 | 0.000 1845 | —122  |
| —0.064 | 010 8147   | —1645 | 000 7653   | —115  | —0.014 | 002 4171   | —1717 | 000 1723   | —122  |
| —0.063 | 010 6502   | —1646 | 000 7538   | —116  | —0.013 | 002 2454   | —1718 | 000 1601   | —122  |
| —0.062 | 010 4856   | —1648 | 000 7422   | —115  | —0.012 | 002 0736   | —1719 | 000 1479   | —123  |
| —0.061 | 010 3208   | —1649 | 000 7307   | —116  | —0.011 | 001 9017   | —1722 | 000 1356   | —122  |
| —0.060 | 0.010 1559 | —1650 | 0.000 7191 | —116  | —0.010 | 0.001 7295 | —1722 | 0.000 1234 | —123  |
| —0.059 | 009 9909   | —1652 | 000 7075   | —116  | —0.009 | 001 5573   | —1725 | 000 1111   | —123  |
| —0.058 | 009 8257   | —1653 | 000 6959   | —116  | —0.008 | 001 3848   | —1725 | 000 0988   | —123  |
| —0.057 | 009 6604   | —1655 | 000 6843   | —116  | —0.007 | 001 2123   | —1728 | 000 0865   | —123  |
| —0.056 | 009 4949   | —1656 | 000 6727   | —117  | —0.006 | 001 0395   | —1728 | 000 0742   | —123  |
| —0.055 | 0.009 3293 | —1657 | 0.000 6610 | —116  | —0.005 | 0.000 8667 | —1731 | 0.000 0619 | —124  |
| —0.054 | 009 1636   | —1659 | 000 6494   | —117  | —0.004 | 000 6936   | —1731 | 000 0495   | —123  |
| —0.053 | 008 9977   | —1660 | 000 6377   | —117  | —0.003 | 000 5205   | —1734 | 000 0372   | —124  |
| —0.052 | 008 8317   | —1661 | 000 6260   | —116  | —0.002 | 000 3471   | —1735 | 000 0248   | —124  |
| —0.051 | 008 6656   | —1663 | 000 6144   | —117  | —0.001 | 000 1736   | —1736 | 000 0124   | —124  |
| —0.050 | 0.008 4993 | —1663 | 0.000 6027 | —117  | 0.000  | 0.000 0000 | —1736 | 0.000 0000 | —124  |

Tafel VIa.

| $s$     | $\log f$   | Diff.  | $\log E$   | Diff. | $s$     | $\log f$   | Diff.  | $\log E$   | Diff. |
|---------|------------|--------|------------|-------|---------|------------|--------|------------|-------|
| 0.000   | 0.000 0000 | — 1738 | 0.000 0000 | — 124 | + 0.050 | 9.991 1156 | — 1818 | 9.999 3606 | — 132 |
| + 0.001 | 9.999 8262 | — 1739 | 9.999 9876 | — 124 | + 0.051 | 990 9338   | — 1821 | 999 3474   | — 132 |
| + 0.002 | 999 6523   | — 1741 | 999 9752   | — 125 | + 0.052 | 990 7517   | — 1822 | 999 3342   | — 133 |
| + 0.003 | 999 4782   | — 1743 | 999 9627   | — 125 | + 0.053 | 990 5695   | — 1823 | 999 3209   | — 132 |
| + 0.004 | 999 3039   | — 1744 | 999 9502   | — 124 | + 0.054 | 990 3872   | — 1826 | 999 3077   | — 133 |
|         |            | — 1746 |            | — 125 |         |            | — 1827 |            | — 132 |
| + 0.005 | 9.999 1295 | — 1746 | 9.999 9378 | — 125 | + 0.055 | 9.990 2046 | — 1829 | 9.999 2944 | — 133 |
| + 0.006 | 998 9549   | — 1747 | 999 9253   | — 125 | + 0.056 | 990 0219   | — 1831 | 999 2812   | — 133 |
| + 0.007 | 998 7802   | — 1749 | 999 9128   | — 125 | + 0.057 | 989 8390   | — 1832 | 999 2679   | — 133 |
| + 0.008 | 998 6053   | — 1750 | 999 9003   | — 126 | + 0.058 | 989 6559   | — 1834 | 999 2546   | — 133 |
| + 0.009 | 998 4303   | — 1752 | 999 8877   | — 125 | + 0.059 | 989 4727   | — 1836 | 999 2413   | — 134 |
|         |            | — 1754 |            | — 126 |         |            | — 1837 |            | — 133 |
| + 0.010 | 9.998 2551 | — 1754 | 9.999 8752 | — 126 | + 0.060 | 9.989 2893 | — 1839 | 9.999 2279 | — 134 |
| + 0.011 | 998 0797   | — 1755 | 999 8626   | — 126 | + 0.061 | 989 1057   | — 1841 | 999 2146   | — 134 |
| + 0.012 | 997 9042   | — 1756 | 999 8500   | — 126 | + 0.062 | 988 9220   | — 1843 | 999 2012   | — 135 |
| + 0.013 | 997 7286   | — 1759 | 999 8374   | — 126 | + 0.063 | 988 7381   | — 1845 | 999 1878   | — 135 |
| + 0.014 | 997 5527   | — 1759 | 999 8248   | — 126 | + 0.064 | 988 5540   | — 1846 | 999 1744   | — 135 |
|         |            | — 1762 |            | — 127 |         |            | — 1848 |            | — 135 |
| + 0.015 | 9.997 3768 | — 1762 | 9.999 8122 | — 126 | + 0.065 | 9.988 3697 | — 1849 | 9.999 1610 | — 135 |
| + 0.016 | 997 2006   | — 1763 | 999 7996   | — 127 | + 0.066 | 988 1852   | — 1852 | 999 1475   | — 136 |
| + 0.017 | 997 0243   | — 1764 | 999 7869   | — 127 | + 0.067 | 988 0006   | — 1853 | 999 1341   | — 136 |
| + 0.018 | 996 8479   | — 1766 | 999 7742   | — 126 | + 0.068 | 987 8158   | — 1855 | 999 1206   | — 136 |
| + 0.019 | 996 6713   | — 1768 | 999 7616   | — 127 | + 0.069 | 987 6309   | — 1857 | 999 1071   | — 136 |
|         |            | — 1769 |            | — 128 |         |            | — 1858 |            | — 136 |
| + 0.020 | 9.996 4945 | — 1769 | 9.999 7489 | — 128 | + 0.070 | 9.987 4457 | — 1861 | 9.999 0936 | — 136 |
| + 0.021 | 996 3176   | — 1771 | 999 7361   | — 127 | + 0.071 | 987 2604   | — 1862 | 999 0801   | — 136 |
| + 0.022 | 996 1405   | — 1773 | 999 7234   | — 127 | + 0.072 | 987 0749   | — 1864 | 999 0665   | — 137 |
| + 0.023 | 995 9632   | — 1774 | 999 7107   | — 128 | + 0.073 | 986 8892   | — 1866 | 999 0530   | — 137 |
| + 0.024 | 995 7858   | — 1776 | 999 6979   | — 128 | + 0.074 | 986 7034   | — 1869 | 999 0394   | — 137 |
|         |            | — 1777 |            | — 129 |         |            | — 1871 |            | — 137 |
| + 0.025 | 9.995 6082 | — 1777 | 9.999 6851 | — 128 | + 0.075 | 9.986 5173 | — 1873 | 9.999 0258 | — 137 |
| + 0.026 | 995 4305   | — 1779 | 999 6723   | — 128 | + 0.076 | 986 3311   | — 1874 | 999 0122   | — 137 |
| + 0.027 | 995 2526   | — 1781 | 999 6595   | — 128 | + 0.077 | 986 1447   | — 1877 | 998 9986   | — 137 |
| + 0.028 | 995 0745   | — 1782 | 999 6467   | — 128 | + 0.078 | 985 9582   | — 1878 | 998 9849   | — 137 |
| + 0.029 | 994 8963   | — 1784 | 999 6339   | — 129 | + 0.079 | 985 7714   | — 1880 | 998 9713   | — 137 |
|         |            | — 1785 |            | — 129 |         |            | — 1882 |            | — 137 |
| + 0.030 | 9.994 7179 | — 1785 | 9.999 6210 | — 129 | + 0.080 | 9.985 5845 | — 1883 | 9.998 9576 | — 137 |
| + 0.031 | 994 5394   | — 1787 | 999 6081   | — 129 | + 0.081 | 985 3974   | — 1886 | 998 9439   | — 137 |
| + 0.032 | 994 3607   | — 1789 | 999 5952   | — 129 | + 0.082 | 985 2101   | — 1887 | 998 9302   | — 137 |
| + 0.033 | 994 1818   | — 1790 | 999 5823   | — 129 | + 0.083 | 985 0227   | — 1889 | 998 9164   | — 137 |
| + 0.034 | 994 0028   | — 1792 | 999 5694   | — 129 | + 0.084 | 984 8350   | — 1891 | 998 9027   | — 137 |
|         |            | — 1794 |            | — 130 |         |            | — 1892 |            | — 137 |
| + 0.035 | 9.993 8236 | — 1794 | 9.999 5565 | — 130 | + 0.085 | 9.984 6472 | — 1893 | 9.998 8889 | — 137 |
| + 0.036 | 993 6442   | — 1795 | 999 5435   | — 129 | + 0.086 | 984 4592   | — 1895 | 998 8751   | — 137 |
| + 0.037 | 993 4647   | — 1797 | 999 5306   | — 130 | + 0.087 | 984 2710   | — 1896 | 998 8613   | — 137 |
| + 0.038 | 993 2850   | — 1799 | 999 5176   | — 130 | + 0.088 | 984 0827   | — 1898 | 998 8475   | — 137 |
| + 0.039 | 993 1051   | — 1800 | 999 5046   | — 130 | + 0.089 | 983 8941   | — 1899 | 998 8337   | — 137 |
|         |            | — 1802 |            | — 131 |         |            | — 1901 |            | — 137 |
| + 0.040 | 9.992 9251 | — 1802 | 9.999 4916 | — 131 | + 0.090 | 9.983 7054 | — 1902 | 9.998 8198 | — 137 |
| + 0.041 | 992 7449   | — 1804 | 999 4786   | — 131 | + 0.091 | 983 5165   | — 1904 | 998 8060   | — 137 |
| + 0.042 | 992 5645   | — 1805 | 999 4655   | — 131 | + 0.092 | 983 3274   | — 1905 | 998 7921   | — 137 |
| + 0.043 | 992 3840   | — 1807 | 999 4524   | — 131 | + 0.093 | 983 1381   | — 1906 | 998 7782   | — 137 |
| + 0.044 | 992 2033   | — 1808 | 999 4394   | — 131 | + 0.094 | 982 9486   | — 1908 | 998 7642   | — 137 |
|         |            | — 1811 |            | — 132 |         |            | — 1909 |            | — 137 |
| + 0.045 | 9.992 0225 | — 1811 | 9.999 4263 | — 131 | + 0.095 | 9.982 7590 | — 1910 | 9.998 7503 | — 137 |
| + 0.046 | 991 8414   | — 1812 | 999 4132   | — 132 | + 0.096 | 982 5692   | — 1911 | 998 7363   | — 137 |
| + 0.047 | 991 6602   | — 1813 | 999 4000   | — 131 | + 0.097 | 982 3791   | — 1912 | 998 7223   | — 137 |
| + 0.048 | 991 4789   | — 1816 | 999 3869   | — 132 | + 0.098 | 982 1889   | — 1913 | 998 7083   | — 137 |
| + 0.049 | 991 2973   | — 1817 | 999 3737   | — 131 | + 0.099 | 981 9985   | — 1914 | 998 6943   | — 137 |
|         |            | — 1817 |            | — 131 |         |            | — 1915 |            | — 137 |
| + 0.050 | 9.991 1156 | — 1817 | 9.999 3606 | — 131 | + 0.100 | 9.981 8080 | — 1915 | 9.998 6803 | — 137 |



Tafel VIa.

|      | log <i>f</i> | Diff.  | log <i>E</i> | Diff. | <i>s</i> | log <i>f</i> | Diff.  | log <i>E</i> | Diff. |
|------|--------------|--------|--------------|-------|----------|--------------|--------|--------------|-------|
| .100 | 9.981 8080   | — 1908 | 9.998 6803   | — 141 | + 0.150  | 9.972 0325   | — 2006 | 9.997 9545   | — 151 |
| .101 | 981 6172     | — 1910 | 998 6662     | — 140 | + 0.151  | 971 8319     | — 2008 | 997 9394     | — 150 |
| .102 | 981 4262     | — 1911 | 998 6522     | — 141 | + 0.152  | 971 6311     | — 2011 | 997 9244     | — 151 |
| .103 | 981 2351     | — 1913 | 998 6381     | — 141 | + 0.153  | 971 4300     | — 2012 | 997 9093     | — 150 |
| .104 | 981 0438     | — 1915 | 998 6240     | — 142 | + 0.154  | 971 2288     | — 2015 | 997 8943     | — 151 |
| .105 | 9.980 8523   | — 1917 | 9.998 6098   | — 141 | + 0.155  | 9.971 0273   | — 2016 | 9.997 8792   | — 152 |
| .106 | 980 6606     | — 1919 | 998 5957     | — 142 | + 0.156  | 970 8257     | — 2019 | 997 8640     | — 151 |
| .107 | 980 4687     | — 1921 | 998 5815     | — 141 | + 0.157  | 970 6238     | — 2021 | 997 8489     | — 152 |
| .108 | 980 2766     | — 1923 | 998 5674     | — 142 | + 0.158  | 970 4217     | — 2023 | 997 8337     | — 151 |
| .109 | 980 0843     | — 1925 | 998 5532     | — 143 | + 0.159  | 970 2194     | — 2025 | 997 8186     | — 153 |
| .110 | 9.979 8918   | — 1926 | 9.998 5389   | — 142 | + 0.160  | 9.970 0169   | — 2027 | 9.997 8033   | — 152 |
| .111 | 979 6992     | — 1929 | 998 5247     | — 143 | + 0.161  | 969 8142     | — 2030 | 997 7881     | — 152 |
| .112 | 979 5063     | — 1930 | 998 5104     | — 142 | + 0.162  | 969 6112     | — 2031 | 997 7729     | — 153 |
| .113 | 979 3133     | — 1932 | 998 4962     | — 143 | + 0.163  | 969 4081     | — 2034 | 997 7576     | — 153 |
| .114 | 979 1201     | — 1935 | 998 4819     | — 143 | + 0.164  | 969 2047     | — 2036 | 997 7423     | — 153 |
| .115 | 9.978 9266   | — 1936 | 9.998 4676   | — 144 | + 0.165  | 9.969 0011   | — 2038 | 9.997 7270   | — 153 |
| .116 | 978 7330     | — 1938 | 998 4532     | — 143 | + 0.166  | 968 7973     | — 2040 | 997 7117     | — 154 |
| .117 | 978 5392     | — 1940 | 998 4389     | — 144 | + 0.167  | 968 5933     | — 2042 | 997 6963     | — 153 |
| .118 | 978 3452     | — 1942 | 998 4245     | — 144 | + 0.168  | 968 3891     | — 2044 | 997 6810     | — 154 |
| .119 | 978 1510     | — 1944 | 998 4101     | — 144 | + 0.169  | 968 1847     | — 2047 | 997 6656     | — 155 |
| .120 | 9.977 9566   | — 1945 | 9.998 3957   | — 144 | + 0.170  | 9.967 9800   | — 2048 | 9.997 6501   | — 154 |
| .121 | 977 7621     | — 1948 | 998 3813     | — 145 | + 0.171  | 967 7752     | — 2051 | 997 6347     | — 154 |
| .122 | 977 5673     | — 1950 | 998 3668     | — 144 | + 0.172  | 967 5701     | — 2053 | 997 6193     | — 155 |
| .123 | 977 3723     | — 1952 | 998 3524     | — 145 | + 0.173  | 967 3648     | — 2056 | 997 6038     | — 155 |
| .124 | 977 1771     | — 1953 | 998 3379     | — 145 | + 0.174  | 967 1592     | — 2057 | 997 5883     | — 156 |
| .125 | 9.976 9818   | — 1956 | 9.998 3234   | — 145 | + 0.175  | 9.966 9535   | — 2060 | 9.997 5727   | — 155 |
| .126 | 976 7862     | — 1958 | 998 3089     | — 146 | + 0.176  | 966 7475     | — 2061 | 997 5572     | — 156 |
| .127 | 976 5904     | — 1959 | 998 2943     | — 145 | + 0.177  | 966 5414     | — 2064 | 997 5416     | — 156 |
| .128 | 976 3945     | — 1962 | 998 2798     | — 146 | + 0.178  | 966 3350     | — 2067 | 997 5260     | — 156 |
| .129 | 976 1983     | — 1963 | 998 2652     | — 146 | + 0.179  | 966 1283     | — 2068 | 997 5104     | — 156 |
| .130 | 9.976 0020   | — 1966 | 9.998 2506   | — 146 | + 0.180  | 9.965 9215   | — 2071 | 9.997 4948   | — 157 |
| .131 | 975 8054     | — 1967 | 998 2360     | — 147 | + 0.181  | 965 7144     | — 2073 | 997 4791     | — 156 |
| .132 | 975 6087     | — 1970 | 998 2213     | — 146 | + 0.182  | 965 5071     | — 2075 | 997 4635     | — 157 |
| .133 | 975 4117     | — 1971 | 998 2067     | — 147 | + 0.183  | 965 2996     | — 2077 | 997 4478     | — 157 |
| .134 | 975 2146     | — 1974 | 998 1920     | — 147 | + 0.184  | 965 0919     | — 2080 | 997 4321     | — 158 |
| .135 | 9.975 0172   | — 1976 | 9.998 1773   | — 147 | + 0.185  | 9.964 8839   | — 2082 | 9.997 4163   | — 158 |
| .136 | 974 8196     | — 1977 | 998 1626     | — 147 | + 0.186  | 964 6757     | — 2084 | 997 4005     | — 157 |
| .137 | 974 6219     | — 1980 | 998 1479     | — 148 | + 0.187  | 964 4673     | — 2086 | 997 3848     | — 159 |
| .138 | 974 4239     | — 1981 | 998 1331     | — 148 | + 0.188  | 964 2587     | — 2088 | 997 3689     | — 158 |
| .139 | 974 2258     | — 1984 | 998 1183     | — 148 | + 0.189  | 964 0499     | — 2091 | 997 3531     | — 158 |
| .140 | 9.974 0274   | — 1986 | 9.998 1035   | — 148 | + 0.190  | 9.963 8408   | — 2093 | 9.997 3373   | — 159 |
| .141 | 973 8288     | — 1987 | 998 0887     | — 148 | + 0.191  | 963 6315     | — 2096 | 997 3214     | — 159 |
| .142 | 973 6301     | — 1990 | 998 0739     | — 149 | + 0.192  | 963 4219     | — 2098 | 997 3055     | — 159 |
| .143 | 973 4311     | — 1992 | 998 0590     | — 149 | + 0.193  | 963 2121     | — 2099 | 997 2896     | — 160 |
| .144 | 973 2319     | — 1994 | 998 0441     | — 149 | + 0.194  | 963 0022     | — 2103 | 997 2736     | — 159 |
| .145 | 9.973 0325   | — 1996 | 9.998 0292   | — 149 | + 0.195  | 9.962 7919   | — 2104 | 9.997 2577   | — 160 |
| .146 | 972 8329     | — 1998 | 998 0143     | — 149 | + 0.196  | 962 5815     | — 2107 | 997 2417     | — 161 |
| .147 | 972 6331     | — 2000 | 997 9994     | — 150 | + 0.197  | 962 3708     | — 2109 | 997 2256     | — 160 |
| .148 | 972 4331     | — 2002 | 997 9844     | — 149 | + 0.198  | 962 1599     | — 2112 | 997 2096     | — 160 |
| .149 | 972 2329     | — 2004 | 997 9695     | — 150 | + 0.199  | 961 9487     | — 2113 | 997 1936     | — 161 |
| .150 | 9.972 0325   |        | 9.997 9545   |       | + 0.200  | 9.961 7374   |        | 9.997 1775   |       |

Tafel VIa.

| $\delta$ | $\log f$   | Diff.  | $\log E$   | Diff. | $\delta$ | $\log f$   | Diff.  | $\log E$   | Diff. |
|----------|------------|--------|------------|-------|----------|------------|--------|------------|-------|
| + 0.200  | 9.961 7374 | — 2116 | 9.997 1775 | — 161 | + 0.250  | 9.950 8611 | — 2240 | 9.996 3427 | — 173 |
| + 0.201  | 961 5258   | — 2119 | 997 1614   | — 162 | + 0.251  | 950 6371   | — 2242 | 996 3254   | — 174 |
| + 0.202  | 961 3139   | — 2121 | 997 1452   | — 161 | + 0.252  | 950 4129   | — 2244 | 996 3080   | — 174 |
| + 0.203  | 961 1018   | — 2123 | 997 1291   | — 162 | + 0.253  | 950 1885   | — 2248 | 996 2906   | — 174 |
| + 0.204  | 960 8895   | — 2125 | 997 1129   | — 162 | + 0.254  | 949 9637   | — 2249 | 996 2732   | — 174 |
| + 0.205  | 9.960 6770 | — 2128 | 9.997 0967 | — 162 | + 0.255  | 9.949 7388 | — 2253 | 9.996 2558 | — 175 |
| + 0.206  | 960 4642   | — 2130 | 997 0805   | — 162 | + 0.256  | 949 5135   | — 2255 | 996 2383   | — 175 |
| + 0.207  | 960 2512   | — 2132 | 997 0643   | — 163 | + 0.257  | 949 2880   | — 2258 | 996 2208   | — 175 |
| + 0.208  | 960 0380   | — 2135 | 997 0480   | — 163 | + 0.258  | 949 0622   | — 2260 | 996 2033   | — 176 |
| + 0.209  | 959 8245   | — 2138 | 997 0317   | — 163 | + 0.259  | 948 8362   | — 2263 | 996 1857   | — 175 |
| + 0.210  | 9.959 6107 | — 2139 | 9.997 0154 | — 164 | + 0.260  | 9.948 6099 | — 2266 | 9.996 1682 | — 176 |
| + 0.211  | 959 3968   | — 2142 | 996 9990   | — 163 | + 0.261  | 948 3833   | — 2269 | 996 1506   | — 177 |
| + 0.212  | 959 1826   | — 2144 | 996 9827   | — 164 | + 0.262  | 948 1564   | — 2271 | 996 1329   | — 176 |
| + 0.213  | 958 9682   | — 2147 | 996 9663   | — 164 | + 0.263  | 947 9293   | — 2274 | 996 1153   | — 177 |
| + 0.214  | 958 7535   | — 2149 | 996 9499   | — 165 | + 0.264  | 947 7019   | — 2277 | 996 0976   | — 177 |
| + 0.215  | 9.958 5386 | — 2152 | 9.996 9334 | — 164 | + 0.265  | 9.947 4742 | — 2279 | 9.996 0799 | — 178 |
| + 0.216  | 958 3234   | — 2154 | 996 9170   | — 165 | + 0.266  | 947 2463   | — 2282 | 996 0621   | — 177 |
| + 0.217  | 958 1080   | — 2156 | 996 9005   | — 165 | + 0.267  | 947 0181   | — 2285 | 996 0444   | — 178 |
| + 0.218  | 957 8924   | — 2159 | 996 8840   | — 165 | + 0.268  | 946 7896   | — 2287 | 996 0266   | — 178 |
| + 0.219  | 957 6765   | — 2161 | 996 8675   | — 166 | + 0.269  | 946 5609   | — 2290 | 996 0088   | — 179 |
| + 0.220  | 9.957 4604 | — 2164 | 9.996 8509 | — 166 | + 0.270  | 9.946 3319 | — 2293 | 9.995 9909 | — 179 |
| + 0.221  | 957 2440   | — 2166 | 996 8343   | — 166 | + 0.271  | 946 1026   | — 2296 | 995 9730   | — 179 |
| + 0.222  | 957 0274   | — 2168 | 996 8177   | — 166 | + 0.272  | 945 8730   | — 2299 | 995 9551   | — 179 |
| + 0.223  | 956 8106   | — 2171 | 996 8011   | — 166 | + 0.273  | 945 6431   | — 2301 | 995 9372   | — 180 |
| + 0.224  | 956 5935   | — 2174 | 996 7845   | — 167 | + 0.274  | 945 4130   | — 2304 | 995 9192   | — 180 |
| + 0.225  | 9.956 3761 | — 2176 | 9.996 7678 | — 167 | + 0.275  | 9.945 1826 | — 2307 | 9.995 9012 | — 180 |
| + 0.226  | 956 1585   | — 2178 | 996 7511   | — 167 | + 0.276  | 944 9519   | — 2309 | 995 8832   | — 180 |
| + 0.227  | 955 9407   | — 2181 | 996 7344   | — 168 | + 0.277  | 944 7210   | — 2313 | 995 8652   | — 181 |
| + 0.228  | 955 7226   | — 2183 | 996 7176   | — 168 | + 0.278  | 944 4897   | — 2315 | 995 8471   | — 181 |
| + 0.229  | 955 5043   | — 2186 | 996 7008   | — 168 | + 0.279  | 944 2582   | — 2318 | 995 8290   | — 181 |
| + 0.230  | 9.955 2857 | — 2188 | 9.996 6840 | — 168 | + 0.280  | 9.944 0264 | — 2321 | 9.995 8109 | — 182 |
| + 0.231  | 955 0669   | — 2191 | 996 6672   | — 168 | + 0.281  | 943 7943   | — 2323 | 995 7927   | — 182 |
| + 0.232  | 954 8478   | — 2193 | 996 6504   | — 169 | + 0.282  | 943 5620   | — 2327 | 995 7745   | — 182 |
| + 0.233  | 954 6285   | — 2196 | 996 6335   | — 169 | + 0.283  | 943 3293   | — 2329 | 995 7563   | — 182 |
| + 0.234  | 954 4089   | — 2198 | 996 6166   | — 169 | + 0.284  | 943 0964   | — 2332 | 995 7381   | — 183 |
| + 0.235  | 9.954 1891 | — 2201 | 9.996 5997 | — 170 | + 0.285  | 9.942 8632 | — 2335 | 9.995 7198 | — 183 |
| + 0.236  | 953 9690   | — 2203 | 996 5827   | — 170 | + 0.286  | 942 6297   | — 2338 | 995 7015   | — 183 |
| + 0.237  | 953 7487   | — 2206 | 996 5657   | — 170 | + 0.287  | 942 3959   | — 2341 | 995 6832   | — 184 |
| + 0.238  | 953 5281   | — 2209 | 996 5487   | — 170 | + 0.288  | 942 1618   | — 2343 | 995 6648   | — 184 |
| + 0.239  | 953 3072   | — 2211 | 996 5317   | — 170 | + 0.289  | 941 9275   | — 2347 | 995 6464   | — 184 |
| + 0.240  | 9.953 0861 | — 2213 | 9.996 5147 | — 171 | + 0.290  | 9.941 6928 | — 2349 | 9.995 6280 | — 184 |
| + 0.241  | 952 8648   | — 2216 | 996 4976   | — 171 | + 0.291  | 941 4579   | — 2353 | 995 6096   | — 185 |
| + 0.242  | 952 6432   | — 2219 | 996 4805   | — 172 | + 0.292  | 941 2226   | — 2355 | 995 5911   | — 185 |
| + 0.243  | 952 4213   | — 2221 | 996 4633   | — 171 | + 0.293  | 940 9871   | — 2358 | 995 5726   | — 185 |
| + 0.244  | 952 1992   | — 2224 | 996 4462   | — 172 | + 0.294  | 940 7513   | — 2361 | 995 5541   | — 186 |
| + 0.245  | 9.951 9768 | — 2226 | 9.996 4290 | — 172 | + 0.295  | 9.940 5152 | — 2364 | 9.995 5355 | — 186 |
| + 0.246  | 951 7542   | — 2229 | 996 4118   | — 172 | + 0.296  | 940 2788   | — 2367 | 995 5169   | — 186 |
| + 0.247  | 951 5313   | — 2232 | 996 3946   | — 173 | + 0.297  | 940 0421   | — 2369 | 995 4983   | — 187 |
| + 0.248  | 951 3081   | — 2234 | 996 3773   | — 173 | + 0.298  | 939 8052   | — 2373 | 995 4796   | — 187 |
| + 0.249  | 951 0847   | — 2236 | 996 3600   | — 173 | + 0.299  | 939 5679   | — 2376 | 995 4609   | — 187 |
| + 0.250  | 9.950 8611 |        | 9.996 3427 |       | + 0.300  | 9.939 3303 |        | 9.995 4422 |       |

## Tafel VIb.

vgl. p. 71.

| <i>n</i> | log <i>G</i> | Diff.  | <i>n</i> | log <i>G</i> | Diff.  | <i>n</i> | log <i>G</i> | Diff.  | <i>n</i> | log <i>G</i> | Diff.  |
|----------|--------------|--------|----------|--------------|--------|----------|--------------|--------|----------|--------------|--------|
| — 0.300  | 9.952 4667   | + 1449 | — 0.250  | 9.959 8104   | + 1491 | — 0.200  | 9.967 3685   | + 1534 | — 0.150  | 9.975 1529   | + 1581 |
| — 0.299  | 952 6116     | + 1449 | — 0.249  | 959 9595     | + 1491 | — 0.199  | 967 5219     | + 1536 | — 0.149  | 975 3110     | + 1582 |
| — 0.298  | 952 7565     | + 1450 | — 0.248  | 960 1086     | + 1492 | — 0.198  | 967 6755     | + 1536 | — 0.148  | 975 4692     | + 1583 |
| — 0.297  | 952 9015     | + 1451 | — 0.247  | 960 2578     | + 1493 | — 0.197  | 967 8291     | + 1537 | — 0.147  | 975 6275     | + 1584 |
| — 0.296  | 953 0466     | + 1452 | — 0.246  | 960 4071     | + 1493 | — 0.196  | 967 9828     | + 1538 | — 0.146  | 975 7859     | + 1584 |
| — 0.295  | 9.953 1918   | + 1452 | — 0.245  | 9.960 5564   | + 1495 | — 0.195  | 9.968 1366   | + 1538 | — 0.145  | 9.975 9443   | + 1586 |
| — 0.294  | 953 3370     | + 1454 | — 0.244  | 960 7059     | + 1495 | — 0.194  | 968 2904     | + 1540 | — 0.144  | 976 1029     | + 1586 |
| — 0.293  | 953 4824     | + 1454 | — 0.243  | 960 8554     | + 1496 | — 0.193  | 968 4444     | + 1541 | — 0.143  | 976 2615     | + 1588 |
| — 0.292  | 953 6278     | + 1455 | — 0.242  | 961 0050     | + 1497 | — 0.192  | 968 5985     | + 1541 | — 0.142  | 976 4203     | + 1589 |
| — 0.291  | 953 7733     | + 1456 | — 0.241  | 961 1547     | + 1498 | — 0.191  | 968 7526     | + 1543 | — 0.141  | 976 5792     | + 1589 |
| — 0.290  | 9.953 9189   | + 1456 | — 0.240  | 9.961 3045   | + 1499 | — 0.190  | 9.968 9069   | + 1543 | — 0.140  | 9.976 7381   | + 1591 |
| — 0.289  | 954 0645     | + 1458 | — 0.239  | 961 4544     | + 1500 | — 0.189  | 969 0612     | + 1545 | — 0.139  | 976 8972     | + 1591 |
| — 0.288  | 954 2103     | + 1458 | — 0.238  | 961 6044     | + 1501 | — 0.188  | 969 2157     | + 1545 | — 0.138  | 977 0563     | + 1592 |
| — 0.287  | 954 3561     | + 1459 | — 0.237  | 961 7545     | + 1501 | — 0.187  | 969 3702     | + 1546 | — 0.137  | 977 2155     | + 1594 |
| — 0.286  | 954 5020     | + 1460 | — 0.236  | 961 9046     | + 1502 | — 0.186  | 969 5248     | + 1547 | — 0.136  | 977 3749     | + 1594 |
| — 0.285  | 9.954 6480   | + 1461 | — 0.235  | 9.962 0548   | + 1503 | — 0.185  | 9.969 6795   | + 1548 | — 0.135  | 9.977 5343   | + 1596 |
| — 0.284  | 954 7941     | + 1462 | — 0.234  | 962 2051     | + 1504 | — 0.184  | 969 8343     | + 1549 | — 0.134  | 977 6939     | + 1596 |
| — 0.283  | 954 9403     | + 1462 | — 0.233  | 962 3555     | + 1505 | — 0.183  | 969 9892     | + 1550 | — 0.133  | 977 8535     | + 1597 |
| — 0.282  | 955 0865     | + 1463 | — 0.232  | 962 5060     | + 1506 | — 0.182  | 970 1442     | + 1550 | — 0.132  | 978 0132     | + 1598 |
| — 0.281  | 955 2328     | + 1464 | — 0.231  | 962 6566     | + 1507 | — 0.181  | 970 2992     | + 1552 | — 0.131  | 978 1730     | + 1600 |
| — 0.280  | 9.955 3792   | + 1465 | — 0.230  | 9.962 8073   | + 1508 | — 0.180  | 9.970 4544   | + 1553 | — 0.130  | 9.978 3330   | + 1600 |
| — 0.279  | 955 5257     | + 1466 | — 0.229  | 962 9581     | + 1508 | — 0.179  | 970 6097     | + 1553 | — 0.129  | 978 4930     | + 1601 |
| — 0.278  | 955 6723     | + 1467 | — 0.228  | 963 1089     | + 1509 | — 0.178  | 970 7650     | + 1555 | — 0.128  | 978 6531     | + 1602 |
| — 0.277  | 955 8190     | + 1467 | — 0.227  | 963 2598     | + 1510 | — 0.177  | 970 9205     | + 1555 | — 0.127  | 978 8133     | + 1603 |
| — 0.276  | 955 9657     | + 1468 | — 0.226  | 963 4108     | + 1512 | — 0.176  | 971 0760     | + 1556 | — 0.126  | 978 9736     | + 1605 |
| — 0.275  | 9.956 1125   | + 1469 | — 0.225  | 9.963 5620   | + 1512 | — 0.175  | 9.971 2316   | + 1558 | — 0.125  | 9.979 1341   | + 1605 |
| — 0.274  | 956 2594     | + 1470 | — 0.224  | 963 7132     | + 1512 | — 0.174  | 971 3874     | + 1558 | — 0.124  | 979 2946     | + 1606 |
| — 0.273  | 956 4064     | + 1471 | — 0.223  | 963 8644     | + 1514 | — 0.173  | 971 5432     | + 1559 | — 0.123  | 979 4552     | + 1607 |
| — 0.272  | 956 5535     | + 1471 | — 0.222  | 964 0158     | + 1515 | — 0.172  | 971 6991     | + 1560 | — 0.122  | 979 6159     | + 1608 |
| — 0.271  | 956 7006     | + 1473 | — 0.221  | 964 1673     | + 1515 | — 0.171  | 971 8551     | + 1561 | — 0.121  | 979 7767     | + 1609 |
| — 0.270  | 9.956 8479   | + 1473 | — 0.220  | 9.964 3188   | + 1517 | — 0.170  | 9.972 0112   | + 1562 | — 0.120  | 9.979 9376   | + 1610 |
| — 0.269  | 956 9952     | + 1474 | — 0.219  | 964 4705     | + 1517 | — 0.169  | 972 1674     | + 1563 | — 0.119  | 980 0986     | + 1611 |
| — 0.268  | 957 1426     | + 1475 | — 0.218  | 964 6222     | + 1518 | — 0.168  | 972 3237     | + 1564 | — 0.118  | 980 2597     | + 1612 |
| — 0.267  | 957 2901     | + 1476 | — 0.217  | 964 7740     | + 1519 | — 0.167  | 972 4801     | + 1564 | — 0.117  | 980 4209     | + 1613 |
| — 0.266  | 957 4377     | + 1477 | — 0.216  | 964 9259     | + 1520 | — 0.166  | 972 6365     | + 1566 | — 0.116  | 980 5822     | + 1614 |
| — 0.265  | 9.957 5854   | + 1477 | — 0.215  | 9.965 0779   | + 1521 | — 0.165  | 9.972 7931   | + 1567 | — 0.115  | 9.980 7436   | + 1615 |
| — 0.264  | 957 7331     | + 1478 | — 0.214  | 965 2300     | + 1521 | — 0.164  | 972 9498     | + 1567 | — 0.114  | 980 9051     | + 1616 |
| — 0.263  | 957 8809     | + 1479 | — 0.213  | 965 3821     | + 1523 | — 0.163  | 973 1065     | + 1569 | — 0.113  | 981 0667     | + 1618 |
| — 0.262  | 958 0288     | + 1480 | — 0.212  | 965 5344     | + 1523 | — 0.162  | 973 2634     | + 1569 | — 0.112  | 981 2285     | + 1618 |
| — 0.261  | 958 1768     | + 1481 | — 0.211  | 965 6867     | + 1525 | — 0.161  | 973 4203     | + 1570 | — 0.111  | 981 3903     | + 1619 |
| — 0.260  | 9.958 3249   | + 1482 | — 0.210  | 9.965 8392   | + 1525 | — 0.160  | 9.973 5773   | + 1572 | — 0.110  | 9.981 5522   | + 1620 |
| — 0.259  | 958 4731     | + 1482 | — 0.209  | 965 9917     | + 1526 | — 0.159  | 973 7345     | + 1572 | — 0.109  | 981 7142     | + 1621 |
| — 0.258  | 958 6213     | + 1484 | — 0.208  | 966 1443     | + 1527 | — 0.158  | 973 8917     | + 1573 | — 0.108  | 981 8763     | + 1622 |
| — 0.257  | 958 7697     | + 1484 | — 0.207  | 966 2970     | + 1528 | — 0.157  | 974 0490     | + 1574 | — 0.107  | 982 0385     | + 1623 |
| — 0.256  | 958 9181     | + 1485 | — 0.206  | 966 4498     | + 1529 | — 0.156  | 974 2064     | + 1575 | — 0.106  | 982 2008     | + 1624 |
| — 0.255  | 9.959 0666   | + 1486 | — 0.205  | 9.966 6027   | + 1530 | — 0.155  | 9.974 3639   | + 1577 | — 0.105  | 9.982 3632   | + 1625 |
| — 0.254  | 959 2152     | + 1487 | — 0.204  | 966 7557     | + 1531 | — 0.154  | 974 5216     | + 1577 | — 0.104  | 982 5257     | + 1626 |
| — 0.253  | 959 3639     | + 1488 | — 0.203  | 966 9088     | + 1531 | — 0.153  | 974 6793     | + 1578 | — 0.103  | 982 6883     | + 1627 |
| — 0.252  | 959 5127     | + 1488 | — 0.202  | 967 0619     | + 1533 | — 0.152  | 974 8371     | + 1579 | — 0.102  | 982 8510     | + 1628 |
| — 0.251  | 959 6615     | + 1489 | — 0.201  | 967 2152     | + 1533 | — 0.151  | 974 9950     | + 1579 | — 0.101  | 983 0138     | + 1629 |
| — 0.250  | 9.959 8104   |        | — 0.200  | 9.967 3685   |        | — 0.150  | 9.975 1529   |        | — 0.100  | 9.983 1767   |        |

Tafel VIb.

| <i>n</i> | log <i>G</i> | Diff.  | <i>n</i> | log <i>G</i> | Diff.  | <i>n</i> | log <i>G</i> | Diff.  | <i>n</i> | log <i>G</i> |
|----------|--------------|--------|----------|--------------|--------|----------|--------------|--------|----------|--------------|
| — 0.100  | 9.983 1767   | + 1630 | — 0.050  | 9.991 4540   | + 1682 | 0.000    | 0.000 0000   | + 1738 | + 0.050  | 0.008 8316   |
| — 0.099  | 983 3397     | + 1631 | — 0.049  | 991 6222     | + 1683 | + 0.001  | 000 1738     | + 1739 | + 0.051  | 009 0112     |
| — 0.098  | 983 5028     | + 1633 | — 0.048  | 991 7905     | + 1685 | + 0.002  | 000 3477     | + 1740 | + 0.052  | 009 1910     |
| — 0.097  | 983 6661     | + 1633 | — 0.047  | 991 9590     | + 1685 | + 0.003  | 000 5217     | + 1741 | + 0.053  | 009 3709     |
| — 0.096  | 983 8294     | + 1634 | — 0.046  | 992 1275     | + 1687 | + 0.004  | 000 6958     | + 1742 | + 0.054  | 009 5510     |
| — 0.095  | 9.983 9928   | + 1635 | — 0.045  | 9.992 2962   | + 1688 | + 0.005  | 0.000 8700   | + 1744 | + 0.055  | 0.009 7311   |
| — 0.094  | 984 1563     | + 1636 | — 0.044  | 992 4650     | + 1689 | + 0.006  | 001 0444     | + 1744 | + 0.056  | 009 9114     |
| — 0.093  | 984 3199     | + 1638 | — 0.043  | 992 6339     | + 1689 | + 0.007  | 001 2188     | + 1746 | + 0.057  | 010 0918     |
| — 0.092  | 984 4837     | + 1638 | — 0.042  | 992 8028     | + 1691 | + 0.008  | 001 3934     | + 1747 | + 0.058  | 010 2723     |
| — 0.091  | 984 6475     | + 1639 | — 0.041  | 992 9719     | + 1693 | + 0.009  | 001 5681     | + 1748 | + 0.059  | 010 4529     |
| — 0.090  | 9.984 8114   | + 1641 | — 0.040  | 9.993 1412   | + 1693 | + 0.010  | 0.001 7429   | + 1749 | + 0.060  | 0.010 6337   |
| — 0.089  | 984 9755     | + 1641 | — 0.039  | 993 3105     | + 1694 | + 0.011  | 001 9178     | + 1751 | + 0.061  | 010 8146     |
| — 0.088  | 985 1396     | + 1642 | — 0.038  | 993 4799     | + 1695 | + 0.012  | 002 0929     | + 1751 | + 0.062  | 010 9956     |
| — 0.087  | 985 3038     | + 1644 | — 0.037  | 993 6494     | + 1697 | + 0.013  | 002 2680     | + 1753 | + 0.063  | 011 1768     |
| — 0.086  | 985 4682     | + 1644 | — 0.036  | 993 8191     | + 1697 | + 0.014  | 002 4433     | + 1754 | + 0.064  | 011 3580     |
| — 0.085  | 9.985 6326   | + 1646 | — 0.035  | 9.993 9888   | + 1699 | + 0.015  | 0.002 6187   | + 1755 | + 0.065  | 0.011 5394   |
| — 0.084  | 985 7972     | + 1646 | — 0.034  | 994 1587     | + 1699 | + 0.016  | 002 7942     | + 1756 | + 0.066  | 011 7209     |
| — 0.083  | 985 9618     | + 1648 | — 0.033  | 994 3286     | + 1701 | + 0.017  | 002 9698     | + 1757 | + 0.067  | 011 9025     |
| — 0.082  | 986 1266     | + 1648 | — 0.032  | 994 4987     | + 1702 | + 0.018  | 003 1455     | + 1759 | + 0.068  | 012 0843     |
| — 0.081  | 986 2914     | + 1650 | — 0.031  | 994 6689     | + 1703 | + 0.019  | 003 3214     | + 1760 | + 0.069  | 012 2662     |
| — 0.080  | 9.986 4564   | + 1650 | — 0.030  | 9.994 8392   | + 1704 | + 0.020  | 0.003 4974   | + 1761 | + 0.070  | 0.012 4482   |
| — 0.079  | 986 6214     | + 1652 | — 0.029  | 995 0096     | + 1705 | + 0.021  | 003 6735     | + 1762 | + 0.071  | 012 6303     |
| — 0.078  | 986 7866     | + 1653 | — 0.028  | 995 1801     | + 1707 | + 0.022  | 003 8497     | + 1763 | + 0.072  | 012 8126     |
| — 0.077  | 986 9519     | + 1654 | — 0.027  | 995 3508     | + 1707 | + 0.023  | 004 0260     | + 1764 | + 0.073  | 012 9949     |
| — 0.076  | 987 1173     | + 1654 | — 0.026  | 995 5215     | + 1709 | + 0.024  | 004 2024     | + 1766 | + 0.074  | 013 1774     |
| — 0.075  | 9.987 2827   | + 1656 | — 0.025  | 9.995 6924   | + 1709 | + 0.025  | 0.004 3790   | + 1767 | + 0.075  | 0.013 3601   |
| — 0.074  | 987 4483     | + 1657 | — 0.024  | 995 8633     | + 1711 | + 0.026  | 004 5557     | + 1768 | + 0.076  | 013 5428     |
| — 0.073  | 987 6140     | + 1658 | — 0.023  | 996 0344     | + 1712 | + 0.027  | 004 7325     | + 1769 | + 0.077  | 013 7257     |
| — 0.072  | 987 7798     | + 1659 | — 0.022  | 996 2056     | + 1713 | + 0.028  | 004 9094     | + 1770 | + 0.078  | 013 9087     |
| — 0.071  | 987 9457     | + 1660 | — 0.021  | 996 3769     | + 1714 | + 0.029  | 005 0864     | + 1771 | + 0.079  | 014 0918     |
| — 0.070  | 9.988 1117   | + 1661 | — 0.020  | 9.996 5483   | + 1715 | + 0.030  | 0.005 2635   | + 1773 | + 0.080  | 0.014 2751   |
| — 0.069  | 988 2778     | + 1662 | — 0.019  | 996 7198     | + 1716 | + 0.031  | 005 4408     | + 1774 | + 0.081  | 014 4585     |
| — 0.068  | 988 4440     | + 1663 | — 0.018  | 996 8914     | + 1718 | + 0.032  | 005 6182     | + 1775 | + 0.082  | 014 6420     |
| — 0.067  | 988 6103     | + 1665 | — 0.017  | 997 0632     | + 1718 | + 0.033  | 005 7957     | + 1776 | + 0.083  | 014 8256     |
| — 0.066  | 988 7768     | + 1665 | — 0.016  | 997 2350     | + 1720 | + 0.034  | 005 9733     | + 1778 | + 0.084  | 015 0094     |
| — 0.065  | 9.988 9433   | + 1666 | — 0.015  | 9.997 4070   | + 1721 | + 0.035  | 0.006 1511   | + 1778 | + 0.085  | 0.015 1933   |
| — 0.064  | 989 1099     | + 1668 | — 0.014  | 997 5791     | + 1722 | + 0.036  | 006 3289     | + 1780 | + 0.086  | 015 3773     |
| — 0.063  | 989 2767     | + 1668 | — 0.013  | 997 7513     | + 1723 | + 0.037  | 006 5069     | + 1781 | + 0.087  | 015 5614     |
| — 0.062  | 989 4435     | + 1670 | — 0.012  | 997 9236     | + 1724 | + 0.038  | 006 6850     | + 1782 | + 0.088  | 015 7457     |
| — 0.061  | 989 6105     | + 1670 | — 0.011  | 998 0960     | + 1725 | + 0.039  | 006 8632     | + 1784 | + 0.089  | 015 9301     |
| — 0.060  | 9.989 7775   | + 1672 | — 0.010  | 9.998 2685   | + 1726 | + 0.040  | 0.007 0416   | + 1784 | + 0.090  | 0.016 1146   |
| — 0.059  | 989 9447     | + 1673 | — 0.009  | 998 4411     | + 1728 | + 0.041  | 007 2200     | + 1786 | + 0.091  | 016 2993     |
| — 0.058  | 990 1120     | + 1673 | — 0.008  | 998 6139     | + 1729 | + 0.042  | 007 3986     | + 1787 | + 0.092  | 016 4840     |
| — 0.057  | 990 2793     | + 1675 | — 0.007  | 998 7868     | + 1729 | + 0.043  | 007 5773     | + 1788 | + 0.093  | 016 6690     |
| — 0.056  | 990 4468     | + 1676 | — 0.006  | 998 9597     | + 1731 | + 0.044  | 007 7561     | + 1789 | + 0.094  | 016 8540     |
| — 0.055  | 9.990 6144   | + 1677 | — 0.005  | 9.999 1328   | + 1732 | + 0.045  | 0.007 9350   | + 1791 | + 0.095  | 0.017 0392   |
| — 0.054  | 990 7821     | + 1678 | — 0.004  | 999 3060     | + 1734 | + 0.046  | 008 1141     | + 1792 | + 0.096  | 017 2245     |
| — 0.053  | 990 9499     | + 1679 | — 0.003  | 999 4794     | + 1734 | + 0.047  | 008 2933     | + 1793 | + 0.097  | 017 4099     |
| — 0.052  | 991 1178     | + 1680 | — 0.002  | 999 6528     | + 1735 | + 0.048  | 008 4726     | + 1794 | + 0.098  | 017 5954     |
| — 0.051  | 991 2858     | + 1682 | — 0.001  | 999 8263     | + 1737 | + 0.049  | 008 6520     | + 1796 | + 0.099  | 017 7811     |
| — 0.050  | 9.991 4540   |        | 0.000    | 0.000 0000   |        | + 0.050  | 0.008 8316   |        | + 0.100  | 0.017 9669   |

Tafel VIb.

| n       | log G      | Diff.  | n       | log G      | Diff.  | n       | log G      | Diff.  | n       | log G      | Diff.  |
|---------|------------|--------|---------|------------|--------|---------|------------|--------|---------|------------|--------|
| + 0.100 | 0.017 9669 |        | + 0.150 | 0.027 4261 |        | + 0.200 | 0.037 2311 |        | + 0.250 | 0.047 4061 |        |
| + 0.101 | 018 1529   | + 1860 | + 0.151 | 027 6187   | + 1926 | + 0.201 | 037 4309   | + 1998 | + 0.251 | 047 6136   | + 2075 |
| + 0.102 | 018 3389   | + 1860 | + 0.152 | 027 8115   | + 1928 | + 0.202 | 037 6308   | + 1999 | + 0.252 | 047 8212   | + 2076 |
| + 0.103 | 018 5251   | + 1862 | + 0.153 | 028 0044   | + 1929 | + 0.203 | 037 8309   | + 2001 | + 0.253 | 048 0289   | + 2077 |
| + 0.104 | 018 7115   | + 1864 | + 0.154 | 028 1975   | + 1931 | + 0.204 | 038 0311   | + 2002 | + 0.254 | 048 2369   | + 2080 |
|         |            | + 1864 |         |            | + 1932 |         |            | + 2004 |         |            | + 2081 |
| + 0.105 | 0.018 8979 |        | + 0.155 | 0.028 3907 |        | + 0.205 | 0.038 2315 |        | + 0.255 | 0.048 4450 |        |
| + 0.106 | 019 0845   | + 1866 | + 0.156 | 028 5840   | + 1933 | + 0.206 | 038 4320   | + 2005 | + 0.256 | 048 6532   | + 2082 |
| + 0.107 | 019 2712   | + 1867 | + 0.157 | 028 7774   | + 1934 | + 0.207 | 038 6327   | + 2007 | + 0.257 | 048 8616   | + 2084 |
| + 0.108 | 019 4581   | + 1869 | + 0.158 | 028 9711   | + 1937 | + 0.208 | 038 8336   | + 2009 | + 0.258 | 049 0702   | + 2086 |
| + 0.109 | 019 6451   | + 1870 | + 0.159 | 029 1648   | + 1937 | + 0.209 | 039 0345   | + 2009 | + 0.259 | 049 2789   | + 2087 |
|         |            | + 1871 |         |            | + 1939 |         |            | + 2012 |         |            | + 2089 |
| + 0.110 | 0.019 8322 |        | + 0.160 | 0.029 3587 |        | + 0.210 | 0.039 2357 |        | + 0.260 | 0.049 4878 |        |
| + 0.111 | 020 0194   | + 1872 | + 0.161 | 029 5527   | + 1940 | + 0.211 | 039 4369   | + 2012 | + 0.261 | 049 6969   | + 2091 |
| + 0.112 | 020 2068   | + 1874 | + 0.162 | 029 7469   | + 1942 | + 0.212 | 039 6384   | + 2015 | + 0.262 | 049 9061   | + 2092 |
| + 0.113 | 020 3943   | + 1875 | + 0.163 | 029 9412   | + 1943 | + 0.213 | 039 8400   | + 2016 | + 0.263 | 050 1155   | + 2094 |
| + 0.114 | 020 5819   | + 1876 | + 0.164 | 030 1356   | + 1944 | + 0.214 | 040 0417   | + 2017 | + 0.264 | 050 3250   | + 2095 |
|         |            | + 1878 |         |            | + 1946 |         |            | + 2019 |         |            | + 2097 |
| + 0.115 | 0.020 7697 |        | + 0.165 | 0.030 3302 |        | + 0.215 | 0.040 2436 |        | + 0.265 | 0.050 5347 |        |
| + 0.116 | 020 9576   | + 1879 | + 0.166 | 030 5250   | + 1948 | + 0.216 | 040 4456   | + 2020 | + 0.266 | 050 7445   | + 2098 |
| + 0.117 | 021 1456   | + 1880 | + 0.167 | 030 7198   | + 1948 | + 0.217 | 040 6478   | + 2022 | + 0.267 | 050 9546   | + 2101 |
| + 0.118 | 021 3338   | + 1882 | + 0.168 | 030 9148   | + 1950 | + 0.218 | 040 8501   | + 2023 | + 0.268 | 051 1648   | + 2102 |
| + 0.119 | 021 5221   | + 1883 | + 0.169 | 031 1100   | + 1952 | + 0.219 | 041 0526   | + 2025 | + 0.269 | 051 3751   | + 2103 |
|         |            | + 1884 |         |            | + 1953 |         |            | + 2026 |         |            | + 2105 |
| + 0.120 | 0.021 7105 |        | + 0.170 | 0.031 3053 |        | + 0.220 | 0.041 2552 |        | + 0.270 | 0.051 5856 |        |
| + 0.121 | 021 8991   | + 1886 | + 0.171 | 031 5007   | + 1954 | + 0.221 | 041 4580   | + 2028 | + 0.271 | 051 7963   | + 2107 |
| + 0.122 | 022 0878   | + 1887 | + 0.172 | 031 6963   | + 1956 | + 0.222 | 041 6610   | + 2030 | + 0.272 | 052 0071   | + 2108 |
| + 0.123 | 022 2766   | + 1888 | + 0.173 | 031 8920   | + 1957 | + 0.223 | 041 8641   | + 2031 | + 0.273 | 052 2181   | + 2110 |
| + 0.124 | 022 4656   | + 1890 | + 0.174 | 032 0879   | + 1959 | + 0.224 | 042 0673   | + 2032 | + 0.274 | 052 4293   | + 2112 |
|         |            | + 1891 |         |            | + 1960 |         |            | + 2034 |         |            | + 2113 |
| + 0.125 | 0.022 6547 |        | + 0.175 | 0.032 2839 |        | + 0.225 | 0.042 2707 |        | + 0.275 | 0.052 6406 |        |
| + 0.126 | 022 8439   | + 1892 | + 0.176 | 032 4801   | + 1962 | + 0.226 | 042 4743   | + 2036 | + 0.276 | 052 8521   | + 2115 |
| + 0.127 | 023 0333   | + 1894 | + 0.177 | 032 6764   | + 1963 | + 0.227 | 042 6780   | + 2037 | + 0.277 | 053 0638   | + 2117 |
| + 0.128 | 023 2228   | + 1895 | + 0.178 | 032 8728   | + 1964 | + 0.228 | 042 8819   | + 2039 | + 0.278 | 053 2756   | + 2118 |
| + 0.129 | 023 4124   | + 1896 | + 0.179 | 033 0694   | + 1966 | + 0.229 | 043 0859   | + 2040 | + 0.279 | 053 4876   | + 2120 |
|         |            | + 1898 |         |            | + 1967 |         |            | + 2041 |         |            | + 2121 |
| + 0.130 | 0.023 6022 |        | + 0.180 | 0.033 2661 |        | + 0.230 | 0.043 2900 |        | + 0.280 | 0.053 6997 |        |
| + 0.131 | 023 7921   | + 1899 | + 0.181 | 033 4630   | + 1969 | + 0.231 | 043 4944   | + 2044 | + 0.281 | 053 9121   | + 2124 |
| + 0.132 | 023 9822   | + 1901 | + 0.182 | 033 6600   | + 1970 | + 0.232 | 043 6988   | + 2044 | + 0.282 | 054 1245   | + 2124 |
| + 0.133 | 024 1723   | + 1901 | + 0.183 | 033 8571   | + 1971 | + 0.233 | 043 9035   | + 2047 | + 0.283 | 054 3372   | + 2127 |
| + 0.134 | 024 3626   | + 1903 | + 0.184 | 034 0544   | + 1973 | + 0.234 | 044 1083   | + 2048 | + 0.284 | 054 5500   | + 2128 |
|         |            | + 1905 |         |            | + 1975 |         |            | + 2049 |         |            | + 2130 |
| + 0.135 | 0.024 5531 |        | + 0.185 | 0.034 2519 |        | + 0.235 | 0.044 3132 |        | + 0.285 | 0.054 7630 |        |
| + 0.136 | 024 7437   | + 1906 | + 0.186 | 034 4495   | + 1976 | + 0.236 | 044 5183   | + 2051 | + 0.286 | 054 9761   | + 2131 |
| + 0.137 | 024 9344   | + 1907 | + 0.187 | 034 6472   | + 1977 | + 0.237 | 044 7236   | + 2053 | + 0.287 | 055 1895   | + 2134 |
| + 0.138 | 025 1252   | + 1908 | + 0.188 | 034 8451   | + 1979 | + 0.238 | 044 9290   | + 2054 | + 0.288 | 055 4030   | + 2135 |
| + 0.139 | 025 3162   | + 1910 | + 0.189 | 035 0431   | + 1980 | + 0.239 | 045 1345   | + 2055 | + 0.289 | 055 6166   | + 2136 |
|         |            | + 1911 |         |            | + 1982 |         |            | + 2057 |         |            | + 2138 |
| + 0.140 | 0.025 5073 |        | + 0.190 | 0.035 2413 |        | + 0.240 | 0.045 3402 |        | + 0.290 | 0.055 8304 |        |
| + 0.141 | 025 6986   | + 1913 | + 0.191 | 035 4396   | + 1983 | + 0.241 | 045 5461   | + 2059 | + 0.291 | 056 0444   | + 2140 |
| + 0.142 | 025 8900   | + 1914 | + 0.192 | 035 6381   | + 1985 | + 0.242 | 045 7522   | + 2061 | + 0.292 | 056 2586   | + 2142 |
| + 0.143 | 026 0815   | + 1915 | + 0.193 | 035 8367   | + 1986 | + 0.243 | 045 9584   | + 2062 | + 0.293 | 056 4729   | + 2143 |
| + 0.144 | 026 2732   | + 1917 | + 0.194 | 036 0354   | + 1987 | + 0.244 | 046 1647   | + 2063 | + 0.294 | 056 6874   | + 2145 |
|         |            | + 1918 |         |            | + 1990 |         |            | + 2065 |         |            | + 2147 |
| + 0.145 | 0.026 4650 |        | + 0.195 | 0.036 2344 |        | + 0.245 | 0.046 3712 |        | + 0.295 | 0.056 9021 |        |
| + 0.146 | 026 6569   | + 1919 | + 0.196 | 036 4334   | + 1990 | + 0.246 | 046 5779   | + 2067 | + 0.296 | 057 1169   | + 2148 |
| + 0.147 | 026 8490   | + 1921 | + 0.197 | 036 6326   | + 1992 | + 0.247 | 046 7847   | + 2068 | + 0.297 | 057 3319   | + 2150 |
| + 0.148 | 027 0412   | + 1922 | + 0.198 | 036 8319   | + 1993 | + 0.248 | 046 9917   | + 2070 | + 0.298 | 057 5471   | + 2152 |
| + 0.149 | 027 2336   | + 1924 | + 0.199 | 037 0314   | + 1995 | + 0.249 | 047 1988   | + 2071 | + 0.299 | 057 7624   | + 2153 |
|         |            | + 1925 |         |            | + 1997 |         |            | + 2073 |         |            | + 2155 |
| + 0.150 | 0.027 4261 |        | + 0.200 | 0.037 2311 |        | + 0.250 | 0.047 4061 |        | + 0.300 | 0.057 9779 |        |

log  $H$  in Einheiten der 7. Decimale.

## Tafel VIc (Hyperbel).

vergl. pag. 71

| $n$                  | 0.00 | 0.01  | 0.02  | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.06  | 0.07  | 0.08  | 0.09  | 0.10  | 0.11  | 0.12  | 0.13  | 0.14  |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\varepsilon = 0.00$ | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| — 0.01               | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 2     | 2     | 2     | 3     | 3     |
| — 0.02               | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 2     | 2     | 3     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| — 0.03               | 0    | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 2     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 9     |
| — 0.04               | 0    | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 2     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 8     | 9     | 12    |
| — 0.05               | 0    | 0     | 0     | 1     | 1     | 2     | 2     | 3     | 4     | 5     | 7     | 8     | 10    | 11    | 15    |
| — 0.06               | 0    | 0     | 0     | 1     | 2     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 8     | 10    | 11    | 14    | 18    |
| — 0.07               | 0    | 0     | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 4     | 6     | 7     | 9     | 11    | 13    | 16    | 21    |
| — 0.08               | 0    | 0     | 1     | 1     | 2     | 3     | 5     | 6     | 8     | 10    | 13    | 15    | 18    | 21    | 24    |
| — 0.09               | 0    | 0     | 1     | 1     | 2     | 4     | 5     | 7     | 9     | 12    | 14    | 17    | 20    | 23    | 27    |
| — 0.10               | 0    | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 6     | 8     | 10    | 13    | 16    | 19    | 22    | 26    | 30    |
| — 0.11               | 0    | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 6     | 9     | 11    | 14    | 17    | 21    | 24    | 28    | 32    |
| — 0.12               | 0    | 0     | 1     | 2     | 3     | 5     | 7     | 9     | 12    | 15    | 19    | 22    | 26    | 31    | 35    |
| — 0.13               | 0    | 0     | 1     | 2     | 3     | 5     | 7     | 10    | 13    | 16    | 20    | 24    | 28    | 33    | 38    |
| — 0.14               | 0    | 0     | 1     | 2     | 4     | 6     | 8     | 11    | 14    | 18    | 21    | 26    | 30    | 35    | 41    |
| — 0.15               | 0    | 0     | 1     | 2     | 4     | 6     | 9     | 12    | 15    | 19    | 23    | 27    | 32    | 38    | 43    |
| — 0.16               | 0    | 0     | 1     | 2     | 4     | 6     | 9     | 12    | 16    | 20    | 24    | 29    | 34    | 40    | 46    |
| — 0.17               | 0    | 0     | 1     | 2     | 4     | 7     | 10    | 13    | 17    | 21    | 26    | 31    | 36    | 42    | 49    |
| — 0.18               | 0    | 0     | 1     | 3     | 5     | 7     | 10    | 14    | 18    | 22    | 27    | 32    | 38    | 44    | 51    |
| — 0.19               | 0    | 0     | 1     | 3     | 5     | 7     | 11    | 14    | 19    | 23    | 28    | 34    | 40    | 47    | 54    |
| — 0.20               | 0    | 0     | 1     | 3     | 5     | 8     | 11    | 15    | 19    | 24    | 30    | 36    | 42    | 49    | 56    |
| — 0.21               | 0    | 0     | 1     | 3     | 5     | 8     | 12    | 16    | 20    | 25    | 31    | 37    | 44    | 51    | 59    |
| — 0.22               | 0    | 0     | 1     | 3     | 6     | 9     | 12    | 16    | 21    | 27    | 32    | 39    | 46    | 53    | 61    |
| — 0.23               | 0    | 0     | 1     | 3     | 6     | 9     | 13    | 17    | 22    | 28    | 34    | 41    | 48    | 56    | 64    |
| — 0.24               | 0    | 0     | 2     | 3     | 6     | 9     | 13    | 18    | 23    | 29    | 35    | 42    | 50    | 58    | 66    |
| — 0.25               | 0    | 0     | 2     | 3     | 6     | 10    | 14    | 18    | 24    | 30    | 36    | 44    | 51    | 60    | 69    |
| — 0.26               | 0    | 0     | 2     | 4     | 6     | 10    | 14    | 19    | 25    | 31    | 38    | 45    | 53    | 62    | 71    |
| — 0.27               | 0    | 0     | 2     | 4     | 7     | 10    | 15    | 20    | 25    | 32    | 39    | 47    | 55    | 64    | 74    |
| — 0.28               | 0    | 0     | 2     | 4     | 7     | 11    | 15    | 20    | 26    | 33    | 40    | 48    | 57    | 66    | 76    |
| — 0.29               | 0    | 0     | 2     | 4     | 7     | 11    | 16    | 21    | 27    | 34    | 41    | 50    | 59    | 68    | 78    |
| — 0.30               | 0    | 0     | 2     | 4     | 7     | 11    | 16    | 22    | 28    | 35    | 43    | 51    | 60    | 70    | 81    |
| $n$                  | 0.15 | 0.16  | 0.17  | 0.18  | 0.19  | 0.20  | 0.21  | 0.22  | 0.23  | 0.24  | 0.25  | 0.26  | 0.27  | 0.28  | 0.29  |
| $\varepsilon = 0.00$ | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| — 0.01               | + 4  | + 4   | + 4   | + 5   | + 5   | + 6   | + 7   | + 7   | + 8   | + 8   | + 9   | + 10  | + 10  | + 11  | + 12  |
| — 0.02               | + 7  | + 8   | + 9   | + 10  | + 11  | + 12  | + 13  | + 14  | + 15  | + 17  | + 18  | + 19  | + 20  | + 22  | + 23  |
| — 0.03               | + 10 | + 12  | + 13  | + 15  | + 16  | + 18  | + 19  | + 21  | + 23  | + 25  | + 27  | + 28  | + 30  | + 32  | + 34  |
| — 0.04               | + 14 | + 16  | + 17  | + 19  | + 21  | + 24  | + 26  | + 28  | + 30  | + 33  | + 35  | + 38  | + 40  | + 43  | + 46  |
| — 0.05               | + 17 | + 19  | + 22  | + 24  | + 27  | + 29  | + 32  | + 35  | + 38  | + 41  | + 44  | + 47  | + 50  | + 53  | + 57  |
| — 0.06               | + 21 | + 23  | + 26  | + 29  | + 32  | + 35  | + 38  | + 42  | + 45  | + 49  | + 52  | + 56  | + 60  | + 64  | + 68  |
| — 0.07               | + 24 | + 27  | + 30  | + 33  | + 37  | + 41  | + 44  | + 48  | + 52  | + 56  | + 61  | + 65  | + 69  | + 74  | + 79  |
| — 0.08               | + 27 | + 31  | + 34  | + 38  | + 42  | + 46  | + 50  | + 55  | + 59  | + 64  | + 69  | + 74  | + 79  | + 84  | + 90  |
| — 0.09               | + 30 | + 34  | + 38  | + 43  | + 47  | + 52  | + 56  | + 61  | + 66  | + 72  | + 77  | + 83  | + 88  | + 94  | + 100 |
| — 0.10               | + 34 | + 38  | + 42  | + 47  | + 52  | + 57  | + 62  | + 68  | + 73  | + 79  | + 85  | + 91  | + 98  | + 104 | + 111 |
| — 0.11               | + 37 | + 41  | + 46  | + 52  | + 57  | + 62  | + 68  | + 74  | + 80  | + 87  | + 93  | + 100 | + 107 | + 114 | + 121 |
| — 0.12               | + 40 | + 45  | + 50  | + 56  | + 62  | + 68  | + 74  | + 81  | + 87  | + 94  | + 101 | + 109 | + 116 | + 124 | + 132 |
| — 0.13               | + 43 | + 48  | + 54  | + 60  | + 67  | + 73  | + 80  | + 87  | + 94  | + 102 | + 109 | + 117 | + 125 | + 133 | + 142 |
| — 0.14               | + 46 | + 52  | + 58  | + 65  | + 71  | + 78  | + 86  | + 93  | + 101 | + 109 | + 117 | + 126 | + 134 | + 143 | + 152 |
| — 0.15               | + 49 | + 55  | + 62  | + 69  | + 76  | + 84  | + 91  | + 99  | + 108 | + 116 | + 125 | + 134 | + 143 | + 153 | + 162 |
| — 0.16               | + 52 | + 59  | + 66  | + 73  | + 81  | + 89  | + 97  | + 105 | + 114 | + 123 | + 132 | + 142 | + 152 | + 162 | + 172 |
| — 0.17               | + 55 | + 62  | + 70  | + 77  | + 85  | + 94  | + 102 | + 111 | + 121 | + 130 | + 140 | + 150 | + 161 | + 171 | + 182 |
| — 0.18               | + 58 | + 66  | + 73  | + 81  | + 90  | + 99  | + 108 | + 117 | + 127 | + 137 | + 148 | + 158 | + 169 | + 180 | + 192 |
| — 0.19               | + 61 | + 69  | + 77  | + 86  | + 94  | + 104 | + 113 | + 123 | + 134 | + 144 | + 155 | + 166 | + 178 | + 189 | + 202 |
| — 0.20               | + 64 | + 72  | + 81  | + 90  | + 99  | + 109 | + 119 | + 129 | + 140 | + 151 | + 162 | + 174 | + 186 | + 199 | + 211 |
| — 0.21               | + 67 | + 75  | + 84  | + 94  | + 103 | + 114 | + 124 | + 135 | + 146 | + 158 | + 170 | + 182 | + 195 | + 207 | + 221 |
| — 0.22               | + 70 | + 79  | + 88  | + 98  | + 108 | + 118 | + 129 | + 141 | + 153 | + 165 | + 177 | + 190 | + 203 | + 216 | + 230 |
| — 0.23               | + 73 | + 82  | + 92  | + 102 | + 112 | + 123 | + 135 | + 147 | + 159 | + 171 | + 184 | + 198 | + 211 | + 225 | + 239 |
| — 0.24               | + 75 | + 85  | + 95  | + 106 | + 117 | + 128 | + 140 | + 152 | + 165 | + 178 | + 191 | + 205 | + 219 | + 234 | + 249 |
| — 0.25               | + 78 | + 88  | + 99  | + 109 | + 121 | + 133 | + 145 | + 158 | + 171 | + 184 | + 198 | + 213 | + 227 | + 242 | + 258 |
| — 0.26               | + 81 | + 91  | + 102 | + 113 | + 125 | + 137 | + 150 | + 163 | + 177 | + 191 | + 205 | + 220 | + 235 | + 251 | + 267 |
| — 0.27               | + 84 | + 94  | + 105 | + 117 | + 129 | + 142 | + 155 | + 169 | + 183 | + 197 | + 212 | + 228 | + 243 | + 259 | + 276 |
| — 0.28               | + 86 | + 97  | + 109 | + 121 | + 134 | + 147 | + 160 | + 174 | + 189 | + 204 | + 219 | + 235 | + 251 | + 268 | + 285 |
| — 0.29               | + 89 | + 100 | + 112 | + 125 | + 138 | + 151 | + 165 | + 180 | + 195 | + 210 | + 226 | + 242 | + 259 | + 276 | + 294 |
| — 0.30               | + 92 | + 103 | + 116 | + 128 | + 142 | + 156 | + 170 | + 185 | + 201 | + 216 | + 233 | + 250 | + 267 | + 284 | + 302 |

log  $H$  in Einheiten der 7. Decimale.

## Tafel VIc. (Ellipse).

| $x$    | 0.00 | + 0.01 | + 0.02 | + 0.03 | + 0.04 | + 0.05 | + 0.06 | + 0.07 | + 0.08 | + 0.09 | + 0.10 | + 0.11 | + 0.12 | + 0.13 | + 0.14 | + 0.15 |
|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| = 0.00 | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| + 0.01 | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 2      | 2      | 2      | 3      | 4      | 4      | 5      |
| + 0.02 | 0    | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 2      | 3      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 10     |
| + 0.03 | 0    | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 9      | 11     | 12     | 14     |
| + 0.04 | 0    | 0      | 0      | 1      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 7      | 8      | 10     | 12     | 14     | 17     | 19     |
| + 0.05 | 0    | 0      | 0      | 1      | 2      | 2      | 4      | 5      | 6      | 8      | 10     | 13     | 15     | 18     | 21     | 24     |
| + 0.06 | 0    | 0      | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 6      | 8      | 10     | 12     | 15     | 18     | 22     | 25     | 29     |
| + 0.07 | 0    | 0      | 1      | 1      | 2      | 3      | 5      | 7      | 9      | 12     | 15     | 18     | 21     | 25     | 30     | 35     |
| + 0.08 | 0    | 0      | 1      | 1      | 3      | 4      | 6      | 8      | 10     | 13     | 17     | 20     | 25     | 29     | 34     | 40     |
| + 0.09 | 0    | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 7      | 9      | 12     | 15     | 19     | 23     | 28     | 33     | 39     | 45     |
| + 0.10 | 0    | 0      | 1      | 2      | 3      | 5      | 7      | 10     | 13     | 17     | 21     | 26     | 31     | 37     | 43     | 50     |
| + 0.11 | 0    | 0      | 1      | 2      | 4      | 6      | 8      | 11     | 15     | 19     | 23     | 29     | 34     | 41     | 48     | 55     |
| + 0.12 | 0    | 0      | 1      | 2      | 4      | 7      | 9      | 12     | 16     | 21     | 26     | 31     | 38     | 45     | 52     | 61     |
| + 0.13 | 0    | 0      | 1      | 2      | 4      | 7      | 10     | 13     | 18     | 22     | 28     | 34     | 41     | 49     | 57     | 66     |
| + 0.14 | 0    | 0      | 1      | 3      | 5      | 7      | 10     | 14     | 19     | 24     | 30     | 37     | 45     | 53     | 62     | 72     |
| + 0.15 | 0    | 0      | 1      | 3      | 5      | 8      | 11     | 16     | 20     | 26     | 33     | 40     | 48     | 57     | 67     | 77     |
| + 0.16 | 0    | 0      | 1      | 3      | 5      | 8      | 12     | 17     | 22     | 28     | 35     | 43     | 52     | 61     | 72     | 83     |
| + 0.17 | 0    | 0      | 1      | 3      | 6      | 9      | 13     | 18     | 24     | 30     | 37     | 46     | 55     | 65     | 77     | 89     |
| + 0.18 | 0    | 0      | 1      | 3      | 6      | 9      | 14     | 19     | 25     | 32     | 40     | 49     | 59     | 70     | 82     | 95     |
| + 0.19 | 0    | 0      | 2      | 4      | 6      | 10     | 15     | 20     | 27     | 34     | 42     | 52     | 62     | 74     | 87     | 100    |
| + 0.20 | 0    | 0      | 2      | 4      | 7      | 11     | 16     | 21     | 28     | 36     | 45     | 55     | 66     | 78     | 92     | 106    |
| + 0.21 | 0    | 0      | 2      | 4      | 7      | 11     | 16     | 23     | 30     | 38     | 47     | 58     | 70     | 83     | 97     | 112    |
| + 0.22 | 0    | 0      | 2      | 4      | 8      | 12     | 17     | 24     | 31     | 40     | 50     | 61     | 74     | 87     | 102    | 119    |
| + 0.23 | 0    | 0      | 2      | 4      | 8      | 13     | 18     | 25     | 33     | 42     | 53     | 64     | 77     | 92     | 108    | 125    |
| + 0.24 | 0    | 1      | 2      | 5      | 8      | 13     | 19     | 26     | 35     | 44     | 55     | 68     | 81     | 96     | 113    | 131    |
| + 0.25 | 0    | 1      | 2      | 5      | 9      | 14     | 20     | 28     | 36     | 46     | 58     | 71     | 85     | 101    | 118    | 137    |
| + 0.26 | 0    | 1      | 2      | 5      | 9      | 14     | 21     | 29     | 38     | 49     | 61     | 74     | 89     | 106    | 124    | 144    |
| + 0.27 | 0    | 1      | 2      | 5      | 10     | 15     | 22     | 30     | 40     | 51     | 63     | 78     | 93     | 111    | 130    | 150    |
| + 0.28 | 0    | 1      | 2      | 6      | 10     | 16     | 23     | 31     | 42     | 53     | 66     | 81     | 97     | 115    | 135    | 157    |
| + 0.29 | 0    | 1      | 3      | 6      | 10     | 16     | 24     | 33     | 43     | 55     | 69     | 84     | 102    | 120    | 141    | 164    |
| + 0.30 | 0    | 1      | 3      | 6      | 11     | 17     | 25     | 34     | 45     | 58     | 72     | 88     | 106    | 125    | 147    | 170    |

| $x$    | + 0.15 | + 0.16 | + 0.17 | + 0.18 | + 0.19 | + 0.20 | + 0.21 | + 0.22 | + 0.23 | + 0.24 | + 0.25 | + 0.26 | + 0.27 | + 0.28 | + 0.29 | + 0.30 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| = 0.00 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| + 0.01 | 5      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 15     | 16     | 18     | 19     | 21     | 23     |
| + 0.02 | 10     | 11     | 13     | 14     | 16     | 18     | 20     | 22     | 25     | 27     | 30     | 33     | 35     | 39     | 42     | 45     |
| + 0.03 | 14     | 17     | 19     | 22     | 24     | 27     | 30     | 34     | 37     | 41     | 45     | 49     | 53     | 58     | 63     | 68     |
| + 0.04 | 19     | 22     | 25     | 29     | 32     | 36     | 41     | 45     | 50     | 55     | 60     | 66     | 72     | 78     | 85     | 92     |
| + 0.05 | 24     | 28     | 32     | 36     | 41     | 46     | 51     | 57     | 62     | 69     | 75     | 83     | 90     | 98     | 106    | 115    |
| + 0.06 | 29     | 34     | 39     | 44     | 49     | 55     | 62     | 68     | 75     | 83     | 91     | 100    | 109    | 118    | 128    | 139    |
| + 0.07 | 35     | 40     | 45     | 51     | 58     | 65     | 72     | 80     | 88     | 97     | 107    | 117    | 127    | 139    | 150    | 163    |
| + 0.08 | 40     | 46     | 52     | 59     | 66     | 74     | 83     | 92     | 102    | 112    | 123    | 134    | 146    | 159    | 173    | 187    |
| + 0.09 | 45     | 52     | 59     | 67     | 75     | 84     | 94     | 104    | 115    | 127    | 139    | 152    | 166    | 180    | 195    | 212    |
| + 0.10 | 50     | 58     | 66     | 75     | 84     | 94     | 105    | 116    | 128    | 141    | 155    | 170    | 185    | 201    | 218    | 236    |
| + 0.11 | 55     | 64     | 73     | 82     | 93     | 104    | 116    | 129    | 142    | 156    | 172    | 188    | 205    | 223    | 242    | 262    |
| + 0.12 | 61     | 70     | 80     | 90     | 102    | 114    | 127    | 141    | 156    | 172    | 188    | 206    | 225    | 244    | 265    | 287    |
| + 0.13 | 66     | 76     | 87     | 99     | 111    | 124    | 139    | 154    | 170    | 187    | 205    | 224    | 245    | 266    | 289    | 313    |
| + 0.14 | 72     | 83     | 94     | 107    | 120    | 135    | 150    | 167    | 184    | 203    | 222    | 243    | 265    | 288    | 313    | 339    |
| + 0.15 | 77     | 89     | 102    | 115    | 130    | 145    | 162    | 180    | 198    | 218    | 240    | 262    | 286    | 311    | 337    | 365    |
| + 0.16 | 83     | 96     | 109    | 124    | 139    | 156    | 174    | 193    | 213    | 234    | 257    | 281    | 307    | 333    | 362    | 392    |
| + 0.17 | 89     | 102    | 117    | 132    | 149    | 167    | 186    | 206    | 228    | 250    | 275    | 300    | 328    | 356    | 387    | 418    |
| + 0.18 | 95     | 109    | 124    | 141    | 158    | 177    | 198    | 219    | 242    | 267    | 293    | 320    | 349    | 380    | 412    | 446    |
| + 0.19 | 100    | 116    | 132    | 149    | 168    | 188    | 210    | 233    | 257    | 283    | 311    | 340    | 371    | 403    | 437    | 473    |
| + 0.20 | 106    | 122    | 140    | 158    | 178    | 200    | 222    | 247    | 273    | 300    | 329    | 360    | 393    | 427    | 463    | 501    |
| + 0.21 | 112    | 129    | 148    | 167    | 188    | 211    | 235    | 261    | 288    | 317    | 348    | 380    | 415    | 451    | 489    | 530    |
| + 0.22 | 119    | 136    | 156    | 176    | 198    | 222    | 248    | 275    | 304    | 334    | 367    | 401    | 437    | 475    | 516    | 558    |
| + 0.23 | 125    | 143    | 164    | 185    | 209    | 234    | 261    | 289    | 319    | 352    | 386    | 422    | 460    | 500    | 543    | 587    |
| + 0.24 | 131    | 151    | 172    | 195    | 219    | 246    | 274    | 304    | 335    | 369    | 405    | 443    | 483    | 525    | 570    | 617    |
| + 0.25 | 137    | 158    | 180    | 204    | 230    | 257    | 287    | 318    | 352    | 387    | 425    | 464    | 506    | 551    | 597    | 646    |
| + 0.26 | 144    | 165    | 189    | 214    | 241    | 269    | 300    | 333    | 368    | 405    | 444    | 486    | 530    | 576    | 625    | 677    |
| + 0.27 | 150    | 173    | 197    | 223    | 251    | 282    | 314    | 348    | 385    | 423    | 465    | 508    | 554    | 602    | 653    | 707    |
| + 0.28 | 157    | 180    | 206    | 233    | 263    | 294    | 328    | 364    | 402    | 442    | 485    | 530    | 578    | 629    | 682    | 738    |
| + 0.29 | 164    | 188    | 215    | 243    | 274    | 307    | 342    | 379    | 419    | 461    | 506    | 553    | 603    | 656    | 711    | 770    |
| + 0.30 | 170    | 196    | 223    | 253    | 285    | 319    | 356    | 395    | 436    | 480    | 527    | 576    | 628    | 683    | 741    | 802    |

Tafel VII.

vergl. pag. 80.

| $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. |
|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|
| 0.000  | 0.000 0000 | 0     | 0.050  | 0.000 0453 | + 18  | 0.100  | 0.000 1815 | + 36  | 0.150  | 0.000 4099 | + 55  |
| 0.001  | 0.000 0000 | + 1   | 0.051  | 0.000 0471 | + 19  | 0.101  | 0.000 1851 | + 37  | 0.151  | 0.000 4154 | + 55  |
| 0.002  | 0.000 0001 | + 1   | 0.052  | 0.000 0490 | + 19  | 0.102  | 0.000 1888 | + 38  | 0.152  | 0.000 4209 | + 56  |
| 0.003  | 0.000 0002 | + 1   | 0.053  | 0.000 0509 | + 19  | 0.103  | 0.000 1926 | + 37  | 0.153  | 0.000 4265 | + 57  |
| 0.004  | 0.000 0003 | + 2   | 0.054  | 0.000 0528 | + 20  | 0.104  | 0.000 1963 | + 38  | 0.154  | 0.000 4322 | + 56  |
| 0.005  | 0.000 0005 | + 2   | 0.055  | 0.000 0548 | + 20  | 0.105  | 0.000 2001 | + 39  | 0.155  | 0.000 4378 | + 57  |
| 0.006  | 0.000 0007 | + 2   | 0.056  | 0.000 0568 | + 20  | 0.106  | 0.000 2040 | + 39  | 0.156  | 0.000 4435 | + 58  |
| 0.007  | 0.000 0009 | + 3   | 0.057  | 0.000 0588 | + 21  | 0.107  | 0.000 2079 | + 39  | 0.157  | 0.000 4493 | + 58  |
| 0.008  | 0.000 0012 | + 3   | 0.058  | 0.000 0609 | + 22  | 0.108  | 0.000 2118 | + 39  | 0.158  | 0.000 4551 | + 58  |
| 0.009  | 0.000 0015 | + 3   | 0.059  | 0.000 0631 | + 21  | 0.109  | 0.000 2157 | + 40  | 0.159  | 0.000 4609 | + 58  |
| 0.010  | 0.000 0018 | + 4   | 0.060  | 0.000 0652 | + 22  | 0.110  | 0.000 2197 | + 41  | 0.160  | 0.000 4667 | + 59  |
| 0.011  | 0.000 0022 | + 4   | 0.061  | 0.000 0674 | + 22  | 0.111  | 0.000 2238 | + 40  | 0.161  | 0.000 4726 | + 60  |
| 0.012  | 0.000 0026 | + 5   | 0.062  | 0.000 0696 | + 23  | 0.112  | 0.000 2278 | + 41  | 0.162  | 0.000 4786 | + 60  |
| 0.013  | 0.000 0031 | + 4   | 0.063  | 0.000 0719 | + 23  | 0.113  | 0.000 2319 | + 42  | 0.163  | 0.000 4846 | + 60  |
| 0.014  | 0.000 0035 | + 6   | 0.064  | 0.000 0742 | + 23  | 0.114  | 0.000 2361 | + 41  | 0.164  | 0.000 4906 | + 60  |
| 0.015  | 0.000 0041 | + 5   | 0.065  | 0.000 0765 | + 24  | 0.115  | 0.000 2402 | + 43  | 0.165  | 0.000 4966 | + 61  |
| 0.016  | 0.000 0046 | + 6   | 0.066  | 0.000 0789 | + 24  | 0.116  | 0.000 2445 | + 42  | 0.166  | 0.000 5027 | + 61  |
| 0.017  | 0.000 0052 | + 7   | 0.067  | 0.000 0813 | + 25  | 0.117  | 0.000 2487 | + 43  | 0.167  | 0.000 5088 | + 62  |
| 0.018  | 0.000 0059 | + 6   | 0.068  | 0.000 0838 | + 25  | 0.118  | 0.000 2530 | + 43  | 0.168  | 0.000 5150 | + 62  |
| 0.019  | 0.000 0065 | + 7   | 0.069  | 0.000 0863 | + 25  | 0.119  | 0.000 2573 | + 44  | 0.169  | 0.000 5212 | + 62  |
| 0.020  | 0.000 0072 | + 8   | 0.070  | 0.000 0888 | + 26  | 0.120  | 0.000 2617 | + 44  | 0.170  | 0.000 5274 | + 63  |
| 0.021  | 0.000 0080 | + 8   | 0.071  | 0.000 0914 | + 25  | 0.121  | 0.000 2661 | + 44  | 0.171  | 0.000 5337 | + 63  |
| 0.022  | 0.000 0088 | + 8   | 0.072  | 0.000 0939 | + 27  | 0.122  | 0.000 2705 | + 45  | 0.172  | 0.000 5400 | + 64  |
| 0.023  | 0.000 0096 | + 8   | 0.073  | 0.000 0966 | + 27  | 0.123  | 0.000 2750 | + 45  | 0.173  | 0.000 5464 | + 64  |
| 0.024  | 0.000 0104 | + 9   | 0.074  | 0.000 0993 | + 27  | 0.124  | 0.000 2795 | + 45  | 0.174  | 0.000 5528 | + 64  |
| 0.025  | 0.000 0113 | + 9   | 0.075  | 0.000 1020 | + 27  | 0.125  | 0.000 2840 | + 46  | 0.175  | 0.000 5592 | + 65  |
| 0.026  | 0.000 0122 | + 10  | 0.076  | 0.000 1047 | + 28  | 0.126  | 0.000 2886 | + 46  | 0.176  | 0.000 5657 | + 65  |
| 0.027  | 0.000 0132 | + 10  | 0.077  | 0.000 1075 | + 28  | 0.127  | 0.000 2932 | + 47  | 0.177  | 0.000 5722 | + 65  |
| 0.028  | 0.000 0142 | + 10  | 0.078  | 0.000 1103 | + 28  | 0.128  | 0.000 2979 | + 47  | 0.178  | 0.000 5787 | + 66  |
| 0.029  | 0.000 0152 | + 11  | 0.079  | 0.000 1131 | + 29  | 0.129  | 0.000 3026 | + 47  | 0.179  | 0.000 5853 | + 66  |
| 0.030  | 0.000 0163 | + 11  | 0.080  | 0.000 1160 | + 30  | 0.130  | 0.000 3073 | + 48  | 0.180  | 0.000 5919 | + 67  |
| 0.031  | 0.000 0174 | + 11  | 0.081  | 0.000 1190 | + 29  | 0.131  | 0.000 3121 | + 48  | 0.181  | 0.000 5986 | + 67  |
| 0.032  | 0.000 0185 | + 12  | 0.082  | 0.000 1219 | + 30  | 0.132  | 0.000 3169 | + 49  | 0.182  | 0.000 6053 | + 67  |
| 0.033  | 0.000 0197 | + 12  | 0.083  | 0.000 1249 | + 30  | 0.133  | 0.000 3218 | + 48  | 0.183  | 0.000 6120 | + 68  |
| 0.034  | 0.000 0209 | + 13  | 0.084  | 0.000 1279 | + 31  | 0.134  | 0.000 3266 | + 50  | 0.184  | 0.000 6188 | + 68  |
| 0.035  | 0.000 0222 | + 13  | 0.085  | 0.000 1310 | + 31  | 0.135  | 0.000 3316 | + 49  | 0.185  | 0.000 6256 | + 69  |
| 0.036  | 0.000 0235 | + 13  | 0.086  | 0.000 1341 | + 32  | 0.136  | 0.000 3365 | + 50  | 0.186  | 0.000 6325 | + 69  |
| 0.037  | 0.000 0248 | + 13  | 0.087  | 0.000 1373 | + 31  | 0.137  | 0.000 3415 | + 50  | 0.187  | 0.000 6394 | + 69  |
| 0.038  | 0.000 0261 | + 14  | 0.088  | 0.000 1404 | + 33  | 0.138  | 0.000 3465 | + 51  | 0.188  | 0.000 6463 | + 69  |
| 0.039  | 0.000 0275 | + 15  | 0.089  | 0.000 1437 | + 32  | 0.139  | 0.000 3516 | + 51  | 0.189  | 0.000 6532 | + 71  |
| 0.040  | 0.000 0290 | + 14  | 0.090  | 0.000 1469 | + 33  | 0.140  | 0.000 3567 | + 52  | 0.190  | 0.000 6603 | + 70  |
| 0.041  | 0.000 0304 | + 15  | 0.091  | 0.000 1502 | + 33  | 0.141  | 0.000 3619 | + 51  | 0.191  | 0.000 6673 | + 71  |
| 0.042  | 0.000 0319 | + 16  | 0.092  | 0.000 1535 | + 34  | 0.142  | 0.000 3670 | + 53  | 0.192  | 0.000 6744 | + 71  |
| 0.043  | 0.000 0335 | + 16  | 0.093  | 0.000 1569 | + 34  | 0.143  | 0.000 3723 | + 52  | 0.193  | 0.000 6815 | + 72  |
| 0.044  | 0.000 0351 | + 16  | 0.094  | 0.000 1603 | + 34  | 0.144  | 0.000 3775 | + 53  | 0.194  | 0.000 6887 | + 72  |
| 0.045  | 0.000 0367 | + 16  | 0.095  | 0.000 1637 | + 35  | 0.145  | 0.000 3828 | + 53  | 0.195  | 0.000 6959 | + 72  |
| 0.046  | 0.000 0383 | + 17  | 0.096  | 0.000 1672 | + 35  | 0.146  | 0.000 3881 | + 54  | 0.196  | 0.000 7031 | + 73  |
| 0.047  | 0.000 0400 | + 17  | 0.097  | 0.000 1707 | + 36  | 0.147  | 0.000 3935 | + 54  | 0.197  | 0.000 7104 | + 73  |
| 0.048  | 0.000 0417 | + 18  | 0.098  | 0.000 1743 | + 36  | 0.148  | 0.000 3989 | + 55  | 0.198  | 0.000 7177 | + 73  |
| 0.049  | 0.000 0435 | + 18  | 0.099  | 0.000 1779 | + 36  | 0.149  | 0.000 4044 | + 55  | 0.199  | 0.000 7250 | + 74  |
| 0.050  | 0.000 0453 |       | 0.100  | 0.000 1815 |       | 0.150  | 0.000 4099 |       | 0.200  | 0.000 7324 |       |



Tafel VII.

| $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. |
|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|
| 0.200  | 0.000 7324 | + 75  | 0.250  | 0.001 1522 | + 95  | 0.300  | 0.001 6733 | + 115 | 0.350  | 0.002 3010 | + 137 |
| 0.201  | 0.000 7399 | + 74  | 0.251  | 0.001 1617 | + 94  | 0.301  | 0.001 6848 | + 115 | 0.351  | 0.002 3147 | + 137 |
| 0.202  | 0.000 7473 | + 75  | 0.252  | 0.001 1711 | + 95  | 0.302  | 0.001 6963 | + 116 | 0.352  | 0.002 3284 | + 138 |
| 0.203  | 0.000 7548 | + 76  | 0.253  | 0.001 1806 | + 95  | 0.303  | 0.001 7079 | + 116 | 0.353  | 0.002 3422 | + 138 |
| 0.204  | 0.000 7624 | + 76  | 0.254  | 0.001 1901 | + 96  | 0.304  | 0.001 7195 | + 117 | 0.354  | 0.002 3560 | + 139 |
| 0.205  | 0.000 7700 | + 76  | 0.255  | 0.001 1997 | + 96  | 0.305  | 0.001 7312 | + 117 | 0.355  | 0.002 3699 | + 139 |
| 0.206  | 0.000 7776 | + 77  | 0.256  | 0.001 2093 | + 97  | 0.306  | 0.001 7429 | + 117 | 0.356  | 0.002 3838 | + 139 |
| 0.207  | 0.000 7853 | + 77  | 0.257  | 0.001 2190 | + 97  | 0.307  | 0.001 7546 | + 118 | 0.357  | 0.002 3977 | + 140 |
| 0.208  | 0.000 7930 | + 77  | 0.258  | 0.001 2287 | + 97  | 0.308  | 0.001 7664 | + 119 | 0.358  | 0.002 4117 | + 141 |
| 0.209  | 0.000 8007 | + 78  | 0.259  | 0.001 2384 | + 98  | 0.309  | 0.001 7783 | + 118 | 0.359  | 0.002 4258 | + 141 |
| 0.210  | 0.000 8085 | + 78  | 0.260  | 0.001 2482 | + 98  | 0.310  | 0.001 7901 | + 120 | 0.360  | 0.002 4399 | + 141 |
| 0.211  | 0.000 8163 | + 79  | 0.261  | 0.001 2580 | + 99  | 0.311  | 0.001 8021 | + 119 | 0.361  | 0.002 4540 | + 142 |
| 0.212  | 0.000 8242 | + 79  | 0.262  | 0.001 2679 | + 99  | 0.312  | 0.001 8140 | + 120 | 0.362  | 0.002 4682 | + 142 |
| 0.213  | 0.000 8321 | + 79  | 0.263  | 0.001 2778 | + 99  | 0.313  | 0.001 8260 | + 121 | 0.363  | 0.002 4824 | + 143 |
| 0.214  | 0.000 8400 | + 80  | 0.264  | 0.001 2877 | + 100 | 0.314  | 0.001 8381 | + 121 | 0.364  | 0.002 4967 | + 143 |
| 0.215  | 0.000 8480 | + 80  | 0.265  | 0.001 2977 | + 100 | 0.315  | 0.001 8502 | + 121 | 0.365  | 0.002 5110 | + 144 |
| 0.216  | 0.000 8560 | + 81  | 0.266  | 0.001 3077 | + 101 | 0.316  | 0.001 8623 | + 122 | 0.366  | 0.002 5254 | + 144 |
| 0.217  | 0.000 8641 | + 81  | 0.267  | 0.001 3178 | + 101 | 0.317  | 0.001 8745 | + 122 | 0.367  | 0.002 5398 | + 145 |
| 0.218  | 0.000 8722 | + 81  | 0.268  | 0.001 3279 | + 102 | 0.318  | 0.001 8867 | + 123 | 0.368  | 0.002 5543 | + 145 |
| 0.219  | 0.000 8803 | + 82  | 0.269  | 0.001 3381 | + 102 | 0.319  | 0.001 8990 | + 123 | 0.369  | 0.002 5688 | + 146 |
| 0.220  | 0.000 8885 | + 82  | 0.270  | 0.001 3483 | + 102 | 0.320  | 0.001 9113 | + 123 | 0.370  | 0.002 5834 | + 146 |
| 0.221  | 0.000 8967 | + 83  | 0.271  | 0.001 3585 | + 103 | 0.321  | 0.001 9236 | + 124 | 0.371  | 0.002 5980 | + 146 |
| 0.222  | 0.000 9050 | + 83  | 0.272  | 0.001 3688 | + 103 | 0.322  | 0.001 9360 | + 124 | 0.372  | 0.002 6126 | + 147 |
| 0.223  | 0.000 9133 | + 83  | 0.273  | 0.001 3791 | + 103 | 0.323  | 0.001 9484 | + 125 | 0.373  | 0.002 6273 | + 148 |
| 0.224  | 0.000 9216 | + 84  | 0.274  | 0.001 3894 | + 104 | 0.324  | 0.001 9609 | + 126 | 0.374  | 0.002 6421 | + 147 |
| 0.225  | 0.000 9300 | + 84  | 0.275  | 0.001 3998 | + 105 | 0.325  | 0.001 9735 | + 125 | 0.375  | 0.002 6568 | + 149 |
| 0.226  | 0.000 9384 | + 84  | 0.276  | 0.001 4103 | + 104 | 0.326  | 0.001 9860 | + 126 | 0.376  | 0.002 6717 | + 149 |
| 0.227  | 0.000 9468 | + 85  | 0.277  | 0.001 4207 | + 106 | 0.327  | 0.001 9986 | + 127 | 0.377  | 0.002 6866 | + 149 |
| 0.228  | 0.000 9553 | + 85  | 0.278  | 0.001 4313 | + 105 | 0.328  | 0.002 0113 | + 127 | 0.378  | 0.002 7015 | + 150 |
| 0.229  | 0.000 9638 | + 86  | 0.279  | 0.001 4418 | + 106 | 0.329  | 0.002 0240 | + 127 | 0.379  | 0.002 7165 | + 150 |
| 0.230  | 0.000 9724 | + 86  | 0.280  | 0.001 4524 | + 107 | 0.330  | 0.002 0367 | + 128 | 0.380  | 0.002 7315 | + 151 |
| 0.231  | 0.000 9810 | + 87  | 0.281  | 0.001 4631 | + 107 | 0.331  | 0.002 0495 | + 129 | 0.381  | 0.002 7466 | + 151 |
| 0.232  | 0.000 9897 | + 87  | 0.282  | 0.001 4738 | + 107 | 0.332  | 0.002 0624 | + 128 | 0.382  | 0.002 7617 | + 152 |
| 0.233  | 0.000 9984 | + 87  | 0.283  | 0.001 4845 | + 108 | 0.333  | 0.002 0752 | + 130 | 0.383  | 0.002 7769 | + 152 |
| 0.234  | 0.001 0071 | + 88  | 0.284  | 0.001 4953 | + 108 | 0.334  | 0.002 0882 | + 129 | 0.384  | 0.002 7921 | + 152 |
| 0.235  | 0.001 0159 | + 88  | 0.285  | 0.001 5061 | + 108 | 0.335  | 0.002 1011 | + 130 | 0.385  | 0.002 8073 | + 153 |
| 0.236  | 0.001 0247 | + 88  | 0.286  | 0.001 5169 | + 109 | 0.336  | 0.002 1141 | + 131 | 0.386  | 0.002 8226 | + 154 |
| 0.237  | 0.001 0335 | + 89  | 0.287  | 0.001 5278 | + 110 | 0.337  | 0.002 1272 | + 131 | 0.387  | 0.002 8380 | + 154 |
| 0.238  | 0.001 0424 | + 90  | 0.288  | 0.001 5388 | + 109 | 0.338  | 0.002 1403 | + 131 | 0.388  | 0.002 8534 | + 155 |
| 0.239  | 0.001 0514 | + 89  | 0.289  | 0.001 5497 | + 111 | 0.339  | 0.002 1534 | + 132 | 0.389  | 0.002 8689 | + 155 |
| 0.240  | 0.001 0603 | + 90  | 0.290  | 0.001 5608 | + 110 | 0.340  | 0.002 1666 | + 133 | 0.390  | 0.002 8844 | + 155 |
| 0.241  | 0.001 0693 | + 91  | 0.291  | 0.001 5718 | + 111 | 0.341  | 0.002 1799 | + 132 | 0.391  | 0.002 8999 | + 156 |
| 0.242  | 0.001 0784 | + 91  | 0.292  | 0.001 5829 | + 112 | 0.342  | 0.002 1931 | + 134 | 0.392  | 0.002 9155 | + 156 |
| 0.243  | 0.001 0875 | + 91  | 0.293  | 0.001 5941 | + 112 | 0.343  | 0.002 2065 | + 133 | 0.393  | 0.002 9311 | + 157 |
| 0.244  | 0.001 0966 | + 92  | 0.294  | 0.001 6053 | + 112 | 0.344  | 0.002 2198 | + 134 | 0.394  | 0.002 9468 | + 158 |
| 0.245  | 0.001 1058 | + 92  | 0.295  | 0.001 6165 | + 113 | 0.345  | 0.002 2332 | + 135 | 0.395  | 0.002 9626 | + 158 |
| 0.246  | 0.001 1150 | + 92  | 0.296  | 0.001 6278 | + 113 | 0.346  | 0.002 2467 | + 135 | 0.396  | 0.002 9784 | + 158 |
| 0.247  | 0.001 1242 | + 93  | 0.297  | 0.001 6391 | + 114 | 0.347  | 0.002 2602 | + 136 | 0.397  | 0.002 9942 | + 159 |
| 0.248  | 0.001 1335 | + 94  | 0.298  | 0.001 6505 | + 114 | 0.348  | 0.002 2738 | + 136 | 0.398  | 0.003 0101 | + 159 |
| 0.249  | 0.001 1429 | + 93  | 0.299  | 0.001 6619 | + 114 | 0.349  | 0.002 2874 | + 136 | 0.399  | 0.003 0260 | + 160 |
| 0.250  | 0.001 1522 |       | 0.300  | 0.001 6733 |       | 0.350  | 0.002 3010 |       | 0.400  | 0.003 0420 |       |

Tafel VII.

| $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $r$   | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. |
|--------|------------|-------|-------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|
| 0.400  | 0.003 0420 | + 160 | 0.450 | 0.003 9050 | + 186 | 0.500  | 0.004 9010 | + 214 | 0.550  | 0.006 0441 | + 244 |
| 0.401  | 0.003 0580 | + 161 | 0.451 | 0.003 9236 | + 186 | 0.501  | 0.004 9224 | + 214 | 0.551  | 0.006 0685 | + 246 |
| 0.402  | 0.003 0741 | + 162 | 0.452 | 0.003 9422 | + 187 | 0.502  | 0.004 9438 | + 215 | 0.552  | 0.006 0931 | + 246 |
| 0.403  | 0.003 0903 | + 161 | 0.453 | 0.003 9609 | + 188 | 0.503  | 0.004 9653 | + 215 | 0.553  | 0.006 1177 | + 247 |
| 0.404  | 0.003 1064 | + 163 | 0.454 | 0.003 9797 | + 187 | 0.504  | 0.004 9868 | + 216 | 0.554  | 0.006 1424 | + 247 |
| 0.405  | 0.003 1227 | + 162 | 0.455 | 0.003 9984 | + 189 | 0.505  | 0.005 0084 | + 217 | 0.555  | 0.006 1671 | + 248 |
| 0.406  | 0.003 1389 | + 164 | 0.456 | 0.004 0173 | + 189 | 0.506  | 0.005 0301 | + 217 | 0.556  | 0.006 1919 | + 249 |
| 0.407  | 0.003 1553 | + 163 | 0.457 | 0.004 0362 | + 189 | 0.507  | 0.005 0518 | + 218 | 0.557  | 0.006 2168 | + 250 |
| 0.408  | 0.003 1716 | + 165 | 0.458 | 0.004 0551 | + 190 | 0.508  | 0.005 0736 | + 218 | 0.558  | 0.006 2418 | + 250 |
| 0.409  | 0.003 1881 | + 164 | 0.459 | 0.004 0741 | + 191 | 0.509  | 0.005 0954 | + 219 | 0.559  | 0.006 2668 | + 250 |
| 0.410  | 0.003 2045 | + 166 | 0.460 | 0.004 0932 | + 191 | 0.510  | 0.005 1173 | + 220 | 0.560  | 0.006 2918 | + 252 |
| 0.411  | 0.003 2211 | + 165 | 0.461 | 0.004 1123 | + 192 | 0.511  | 0.005 1393 | + 220 | 0.561  | 0.006 3170 | + 252 |
| 0.412  | 0.003 2376 | + 167 | 0.462 | 0.004 1315 | + 192 | 0.512  | 0.005 1613 | + 221 | 0.562  | 0.006 3422 | + 253 |
| 0.413  | 0.003 2543 | + 166 | 0.463 | 0.004 1507 | + 193 | 0.513  | 0.005 1834 | + 222 | 0.563  | 0.006 3675 | + 253 |
| 0.414  | 0.003 2709 | + 168 | 0.464 | 0.004 1700 | + 193 | 0.514  | 0.005 2056 | + 222 | 0.564  | 0.006 3928 | + 255 |
| 0.415  | 0.003 2877 | + 167 | 0.465 | 0.004 1893 | + 194 | 0.515  | 0.005 2278 | + 222 | 0.565  | 0.006 4183 | + 255 |
| 0.416  | 0.003 3044 | + 169 | 0.466 | 0.004 2087 | + 194 | 0.516  | 0.005 2500 | + 223 | 0.566  | 0.006 4438 | + 255 |
| 0.417  | 0.003 3213 | + 168 | 0.467 | 0.004 2281 | + 195 | 0.517  | 0.005 2723 | + 224 | 0.567  | 0.006 4693 | + 256 |
| 0.418  | 0.003 3381 | + 170 | 0.468 | 0.004 2476 | + 196 | 0.518  | 0.005 2947 | + 225 | 0.568  | 0.006 4949 | + 257 |
| 0.419  | 0.003 3551 | + 169 | 0.469 | 0.004 2672 | + 196 | 0.519  | 0.005 3172 | + 225 | 0.569  | 0.006 5206 | + 258 |
| 0.420  | 0.003 3720 | + 171 | 0.470 | 0.004 2868 | + 196 | 0.520  | 0.005 3397 | + 225 | 0.570  | 0.006 5464 | + 258 |
| 0.421  | 0.003 3891 | + 170 | 0.471 | 0.004 3064 | + 197 | 0.521  | 0.005 3622 | + 227 | 0.571  | 0.006 5722 | + 259 |
| 0.422  | 0.003 4061 | + 172 | 0.472 | 0.004 3261 | + 198 | 0.522  | 0.005 3849 | + 227 | 0.572  | 0.006 5981 | + 260 |
| 0.423  | 0.003 4233 | + 171 | 0.473 | 0.004 3459 | + 198 | 0.523  | 0.005 4076 | + 227 | 0.573  | 0.006 6241 | + 260 |
| 0.424  | 0.003 4404 | + 173 | 0.474 | 0.004 3657 | + 199 | 0.524  | 0.005 4303 | + 228 | 0.574  | 0.006 6501 | + 262 |
| 0.425  | 0.003 4577 | + 172 | 0.475 | 0.004 3856 | + 199 | 0.525  | 0.005 4531 | + 229 | 0.575  | 0.006 6763 | + 261 |
| 0.426  | 0.003 4749 | + 174 | 0.476 | 0.004 4055 | + 200 | 0.526  | 0.005 4760 | + 229 | 0.576  | 0.006 7024 | + 263 |
| 0.427  | 0.003 4923 | + 173 | 0.477 | 0.004 4255 | + 201 | 0.527  | 0.005 4989 | + 230 | 0.577  | 0.006 7287 | + 263 |
| 0.428  | 0.003 5096 | + 175 | 0.478 | 0.004 4456 | + 201 | 0.528  | 0.005 5219 | + 231 | 0.578  | 0.006 7550 | + 264 |
| 0.429  | 0.003 5271 | + 174 | 0.479 | 0.004 4657 | + 201 | 0.529  | 0.005 5450 | + 231 | 0.579  | 0.006 7814 | + 265 |
| 0.430  | 0.003 5445 | + 176 | 0.480 | 0.004 4858 | + 203 | 0.530  | 0.005 5681 | + 232 | 0.580  | 0.006 8079 | + 265 |
| 0.431  | 0.003 5621 | + 176 | 0.481 | 0.004 5061 | + 202 | 0.531  | 0.005 5913 | + 233 | 0.581  | 0.006 8344 | + 266 |
| 0.432  | 0.003 5797 | + 176 | 0.482 | 0.004 5263 | + 204 | 0.532  | 0.005 6146 | + 233 | 0.582  | 0.006 8610 | + 267 |
| 0.433  | 0.003 5973 | + 177 | 0.483 | 0.004 5467 | + 204 | 0.533  | 0.005 6379 | + 234 | 0.583  | 0.006 8877 | + 268 |
| 0.434  | 0.003 6150 | + 177 | 0.484 | 0.004 5671 | + 204 | 0.534  | 0.005 6613 | + 234 | 0.584  | 0.006 9145 | + 268 |
| 0.435  | 0.003 6327 | + 178 | 0.485 | 0.004 5875 | + 205 | 0.535  | 0.005 6847 | + 235 | 0.585  | 0.006 9413 | + 269 |
| 0.436  | 0.003 6505 | + 178 | 0.486 | 0.004 6080 | + 205 | 0.536  | 0.005 7082 | + 236 | 0.586  | 0.006 9682 | + 270 |
| 0.437  | 0.003 6683 | + 179 | 0.487 | 0.004 6285 | + 207 | 0.537  | 0.005 7318 | + 236 | 0.587  | 0.006 9952 | + 270 |
| 0.438  | 0.003 6862 | + 180 | 0.488 | 0.004 6492 | + 206 | 0.538  | 0.005 7554 | + 237 | 0.588  | 0.007 0222 | + 271 |
| 0.439  | 0.003 7042 | + 180 | 0.489 | 0.004 6698 | + 208 | 0.539  | 0.005 7791 | + 238 | 0.589  | 0.007 0493 | + 272 |
| 0.440  | 0.003 7222 | + 180 | 0.490 | 0.004 6906 | + 207 | 0.540  | 0.005 8029 | + 238 | 0.590  | 0.007 0765 | + 273 |
| 0.441  | 0.003 7402 | + 181 | 0.491 | 0.004 7113 | + 209 | 0.541  | 0.005 8267 | + 239 | 0.591  | 0.007 1038 | + 273 |
| 0.442  | 0.003 7583 | + 182 | 0.492 | 0.004 7322 | + 209 | 0.542  | 0.005 8506 | + 240 | 0.592  | 0.007 1311 | + 274 |
| 0.443  | 0.003 7765 | + 182 | 0.493 | 0.004 7531 | + 209 | 0.543  | 0.005 8746 | + 240 | 0.593  | 0.007 1585 | + 275 |
| 0.444  | 0.003 7947 | + 182 | 0.494 | 0.004 7740 | + 211 | 0.544  | 0.005 8986 | + 241 | 0.594  | 0.007 1860 | + 276 |
| 0.445  | 0.003 8129 | + 184 | 0.495 | 0.004 7951 | + 210 | 0.545  | 0.005 9227 | + 241 | 0.595  | 0.007 2136 | + 276 |
| 0.446  | 0.003 8313 | + 183 | 0.496 | 0.004 8161 | + 212 | 0.546  | 0.005 9468 | + 242 | 0.596  | 0.007 2412 | + 277 |
| 0.447  | 0.003 8496 | + 184 | 0.497 | 0.004 8373 | + 212 | 0.547  | 0.005 9710 | + 243 | 0.597  | 0.007 2689 | + 278 |
| 0.448  | 0.003 8680 | + 185 | 0.498 | 0.004 8585 | + 212 | 0.548  | 0.005 9953 | + 244 | 0.598  | 0.007 2967 | + 279 |
| 0.449  | 0.003 8865 | + 185 | 0.499 | 0.004 8797 | + 213 | 0.549  | 0.006 0197 | + 244 | 0.599  | 0.007 3246 | + 279 |
| 0.450  | 0.003 9050 |       | 0.500 | 0.004 9010 |       | 0.550  | 0.006 0441 |       | 0.600  | 0.007 3525 |       |

Tafel VII.

| $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. | $\eta$ | $\log \mu$ | Diff. |
|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|
| 0.600  | 0.007 3525 | + 280 | 0.650  | 0.008 8508 | + 321 | 0.700  | 0.010 5723 | + 370 | 0.750  | 0.012 5652 | + 431 |
| 0.601  | 0.007 3805 | + 281 | 0.651  | 0.008 8829 | + 322 | 0.701  | 0.010 6093 | + 371 | 0.751  | 0.012 6083 | + 432 |
| 0.602  | 0.007 4086 | + 282 | 0.652  | 0.008 9151 | + 323 | 0.702  | 0.010 6464 | + 372 | 0.752  | 0.012 6515 | + 433 |
| 0.603  | 0.007 4368 | + 282 | 0.653  | 0.008 9474 | + 323 | 0.703  | 0.010 6836 | + 374 | 0.753  | 0.012 6948 | + 435 |
| 0.604  | 0.007 4650 | + 283 | 0.654  | 0.008 9797 | + 325 | 0.704  | 0.010 7210 | + 374 | 0.754  | 0.012 7383 | + 437 |
| 0.605  | 0.007 4933 | + 284 | 0.655  | 0.009 0122 | + 326 | 0.705  | 0.010 7584 | + 376 | 0.755  | 0.012 7820 | + 437 |
| 0.606  | 0.007 5217 | + 285 | 0.656  | 0.009 0448 | + 326 | 0.706  | 0.010 7960 | + 376 | 0.756  | 0.012 8257 | + 439 |
| 0.607  | 0.007 5502 | + 285 | 0.657  | 0.009 0774 | + 328 | 0.707  | 0.010 8336 | + 378 | 0.757  | 0.012 8696 | + 441 |
| 0.608  | 0.007 5787 | + 287 | 0.658  | 0.009 1102 | + 328 | 0.708  | 0.010 8714 | + 379 | 0.758  | 0.012 9137 | + 442 |
| 0.609  | 0.007 6074 | + 287 | 0.659  | 0.009 1430 | + 329 | 0.709  | 0.010 9093 | + 380 | 0.759  | 0.012 9579 | + 443 |
| 0.610  | 0.007 6361 | + 287 | 0.660  | 0.009 1759 | + 330 | 0.710  | 0.010 9473 | + 381 | 0.760  | 0.013 0022 | + 445 |
| 0.611  | 0.007 6648 | + 289 | 0.661  | 0.009 2089 | + 332 | 0.711  | 0.010 9854 | + 382 | 0.761  | 0.013 0467 | + 446 |
| 0.612  | 0.007 6937 | + 289 | 0.662  | 0.009 2421 | + 332 | 0.712  | 0.011 0236 | + 384 | 0.762  | 0.013 0913 | + 448 |
| 0.613  | 0.007 7226 | + 291 | 0.663  | 0.009 2753 | + 333 | 0.713  | 0.011 0620 | + 384 | 0.763  | 0.013 1361 | + 449 |
| 0.614  | 0.007 7517 | + 290 | 0.664  | 0.009 3086 | + 333 | 0.714  | 0.011 1004 | + 386 | 0.764  | 0.013 1810 | + 450 |
| 0.615  | 0.007 7807 | + 292 | 0.665  | 0.009 3419 | + 335 | 0.715  | 0.011 1390 | + 387 | 0.765  | 0.013 2260 | + 453 |
| 0.616  | 0.007 8099 | + 293 | 0.666  | 0.009 3754 | + 336 | 0.716  | 0.011 1777 | + 387 | 0.766  | 0.013 2713 | + 453 |
| 0.617  | 0.007 8392 | + 293 | 0.667  | 0.009 4090 | + 337 | 0.717  | 0.011 2164 | + 390 | 0.767  | 0.013 3166 | + 455 |
| 0.618  | 0.007 8685 | + 294 | 0.668  | 0.009 4427 | + 337 | 0.718  | 0.011 2554 | + 390 | 0.768  | 0.013 3621 | + 457 |
| 0.619  | 0.007 8979 | + 295 | 0.669  | 0.009 4764 | + 339 | 0.719  | 0.011 2944 | + 391 | 0.769  | 0.013 4078 | + 458 |
| 0.620  | 0.007 9274 | + 296 | 0.670  | 0.009 5103 | + 340 | 0.720  | 0.011 3335 | + 393 | 0.770  | 0.013 4536 | + 460 |
| 0.621  | 0.007 9570 | + 296 | 0.671  | 0.009 5443 | + 340 | 0.721  | 0.011 3728 | + 394 | 0.771  | 0.013 4996 | + 461 |
| 0.622  | 0.007 9866 | + 298 | 0.672  | 0.009 5783 | + 342 | 0.722  | 0.011 4122 | + 395 | 0.772  | 0.013 5457 | + 462 |
| 0.623  | 0.008 0164 | + 298 | 0.673  | 0.009 6125 | + 342 | 0.723  | 0.011 4517 | + 396 | 0.773  | 0.013 5919 | + 465 |
| 0.624  | 0.008 0462 | + 299 | 0.674  | 0.009 6467 | + 344 | 0.724  | 0.011 4913 | + 397 | 0.774  | 0.013 6384 | + 466 |
| 0.625  | 0.008 0761 | + 300 | 0.675  | 0.009 6811 | + 344 | 0.725  | 0.011 5310 | + 399 | 0.775  | 0.013 6850 | + 467 |
| 0.626  | 0.008 1061 | + 300 | 0.676  | 0.009 7155 | + 345 | 0.726  | 0.011 5709 | + 400 | 0.776  | 0.013 7317 | + 469 |
| 0.627  | 0.008 1361 | + 302 | 0.677  | 0.009 7500 | + 347 | 0.727  | 0.011 6109 | + 401 | 0.777  | 0.013 7786 | + 470 |
| 0.628  | 0.008 1663 | + 302 | 0.678  | 0.009 7847 | + 347 | 0.728  | 0.011 6510 | + 402 | 0.778  | 0.013 8256 | + 473 |
| 0.629  | 0.008 1965 | + 303 | 0.679  | 0.009 8194 | + 348 | 0.729  | 0.011 6912 | + 403 | 0.779  | 0.013 8729 | + 473 |
| 0.630  | 0.008 2268 | + 304 | 0.680  | 0.009 8542 | + 350 | 0.730  | 0.011 7315 | + 405 | 0.780  | 0.013 9202 | + 476 |
| 0.631  | 0.008 2572 | + 305 | 0.681  | 0.009 8892 | + 350 | 0.731  | 0.011 7720 | + 406 | 0.781  | 0.013 9678 | + 477 |
| 0.632  | 0.008 2877 | + 305 | 0.682  | 0.009 9242 | + 351 | 0.732  | 0.011 8126 | + 407 | 0.782  | 0.014 0155 | + 479 |
| 0.633  | 0.008 3182 | + 307 | 0.683  | 0.009 9593 | + 353 | 0.733  | 0.011 8533 | + 409 | 0.783  | 0.014 0634 | + 480 |
| 0.634  | 0.008 3489 | + 307 | 0.684  | 0.009 9946 | + 353 | 0.734  | 0.011 8942 | + 409 | 0.784  | 0.014 1114 | + 482 |
| 0.635  | 0.008 3796 | + 308 | 0.685  | 0.010 0299 | + 354 | 0.735  | 0.011 9351 | + 411 | 0.785  | 0.014 1596 | + 483 |
| 0.636  | 0.008 4104 | + 309 | 0.686  | 0.010 0653 | + 356 | 0.736  | 0.011 9762 | + 413 | 0.786  | 0.014 2079 | + 486 |
| 0.637  | 0.008 4413 | + 310 | 0.687  | 0.010 1009 | + 356 | 0.737  | 0.012 0175 | + 413 | 0.787  | 0.014 2565 | + 487 |
| 0.638  | 0.008 4723 | + 310 | 0.688  | 0.010 1365 | + 358 | 0.738  | 0.012 0588 | + 415 | 0.788  | 0.014 3052 | + 489 |
| 0.639  | 0.008 5033 | + 312 | 0.689  | 0.010 1723 | + 358 | 0.739  | 0.012 1003 | + 416 | 0.789  | 0.014 3541 | + 490 |
| 0.640  | 0.008 5345 | + 312 | 0.690  | 0.010 2081 | + 359 | 0.740  | 0.012 1419 | + 417 | 0.790  | 0.014 4031 | + 492 |
| 0.641  | 0.008 5657 | + 313 | 0.691  | 0.010 2440 | + 361 | 0.741  | 0.012 1836 | + 419 | 0.791  | 0.014 4523 | + 494 |
| 0.642  | 0.008 5970 | + 315 | 0.692  | 0.010 2801 | + 362 | 0.742  | 0.012 2255 | + 420 | 0.792  | 0.014 5017 | + 496 |
| 0.643  | 0.008 6285 | + 315 | 0.693  | 0.010 3163 | + 362 | 0.743  | 0.012 2675 | + 421 | 0.793  | 0.014 5513 | + 497 |
| 0.644  | 0.008 6600 | + 315 | 0.694  | 0.010 3525 | + 364 | 0.744  | 0.012 3096 | + 423 | 0.794  | 0.014 6010 | + 499 |
| 0.645  | 0.008 6915 | + 317 | 0.695  | 0.010 3889 | + 365 | 0.745  | 0.012 3519 | + 424 | 0.795  | 0.014 6509 | + 501 |
| 0.646  | 0.008 7232 | + 318 | 0.696  | 0.010 4254 | + 365 | 0.746  | 0.012 3943 | + 425 | 0.796  | 0.014 7010 | + 503 |
| 0.647  | 0.008 7550 | + 318 | 0.697  | 0.010 4619 | + 367 | 0.747  | 0.012 4368 | + 427 | 0.797  | 0.014 7513 | + 505 |
| 0.648  | 0.008 7868 | + 319 | 0.698  | 0.010 4986 | + 368 | 0.748  | 0.012 4795 | + 428 | 0.798  | 0.014 8018 | + 506 |
| 0.649  | 0.008 8187 | + 321 | 0.699  | 0.010 5354 | + 369 | 0.749  | 0.012 5223 | + 429 | 0.799  | 0.014 8524 | + 508 |
| 0.650  | 0.008 8508 |       | 0.700  | 0.010 5723 |       | 0.750  | 0.012 5652 |       | 0.800  | 0.014 9032 |       |

Tafel VIII.

vgl. p. 87.

| $\lambda$ | $\log \eta\eta$ | Diff. | $\lambda$ | $\log \eta\eta$ | Diff. | $\lambda$ | $\log \eta\eta$ | Diff. |
|-----------|-----------------|-------|-----------|-----------------|-------|-----------|-----------------|-------|
| 0.0000    | 0.000 0000      |       | 0.0060    | 0.005 7298      |       | 0.0120    | 0.011 3417      |       |
| 0001      | 000 0965        | + 965 | 0061      | 005 8243        | + 945 | 0121      | 011 4343        | + 926 |
| 0002      | 000 1930        | + 965 | 0062      | 005 9187        | + 944 | 0122      | 011 5268        | + 925 |
| 0003      | 000 2894        | + 964 | 0063      | 006 0131        | + 944 | 0123      | 011 6193        | + 925 |
| 0004      | 000 3858        | + 964 | 0064      | 006 1075        | + 944 | 0124      | 011 7118        | + 925 |
|           |                 | + 963 |           |                 | + 944 |           |                 | + 925 |
| 0.0005    | 0.000 4821      |       | 0.0065    | 0.006 2019      |       | 0.0125    | 0.011 8043      |       |
| 0006      | 000 5784        | + 963 | 0066      | 006 2962        | + 943 | 0126      | 011 8967        | + 924 |
| 0007      | 000 6747        | + 963 | 0067      | 006 3905        | + 943 | 0127      | 011 9890        | + 923 |
| 0008      | 000 7710        | + 963 | 0068      | 006 4847        | + 942 | 0128      | 012 0814        | + 924 |
| 0009      | 000 8672        | + 962 | 0069      | 006 5790        | + 943 | 0129      | 012 1737        | + 923 |
|           |                 | + 962 |           |                 | + 942 |           |                 | + 923 |
| 0.0010    | 0.000 9634      |       | 0.0070    | 0.006 6732      |       | 0.0130    | 0.012 2660      |       |
| 0011      | 001 0595        | + 961 | 0071      | 006 7673        | + 941 | 0131      | 012 3582        | + 922 |
| 0012      | 001 1556        | + 961 | 0072      | 006 8614        | + 941 | 0132      | 012 4505        | + 923 |
| 0013      | 001 2517        | + 961 | 0073      | 006 9555        | + 941 | 0133      | 012 5427        | + 922 |
| 0014      | 001 3478        | + 960 | 0074      | 007 0496        | + 941 | 0134      | 012 6348        | + 921 |
|           |                 | + 960 |           |                 | + 940 |           |                 | + 921 |
| 0.0015    | 0.001 4438      |       | 0.0075    | 0.007 1436      |       | 0.0135    | 0.012 7269      |       |
| 0016      | 001 5398        | + 960 | 0076      | 007 2376        | + 940 | 0136      | 012 8190        | + 921 |
| 0017      | 001 6357        | + 959 | 0077      | 007 3316        | + 940 | 0137      | 012 9111        | + 921 |
| 0018      | 001 7316        | + 959 | 0078      | 007 4255        | + 939 | 0138      | 013 0032        | + 921 |
| 0019      | 001 8275        | + 959 | 0079      | 007 5194        | + 939 | 0139      | 013 0952        | + 920 |
|           |                 | + 959 |           |                 | + 939 |           |                 | + 919 |
| 0.0020    | 0.001 9234      |       | 0.0080    | 0.007 6133      |       | 0.0140    | 0.013 1871      |       |
| 0021      | 002 0192        | + 958 | 0081      | 007 7071        | + 938 | 0141      | 013 2791        | + 920 |
| 0022      | 002 1150        | + 958 | 0082      | 007 8009        | + 938 | 0142      | 013 3710        | + 919 |
| 0023      | 002 2107        | + 957 | 0083      | 007 8947        | + 938 | 0143      | 013 4629        | + 919 |
| 0024      | 002 3064        | + 957 | 0084      | 007 9884        | + 937 | 0144      | 013 5547        | + 918 |
|           |                 | + 957 |           |                 | + 937 |           |                 | + 918 |
| 0.0025    | 0.002 4021      |       | 0.0085    | 0.008 0821      |       | 0.0145    | 0.013 6465      |       |
| 0026      | 002 4977        | + 956 | 0086      | 008 1758        | + 937 | 0146      | 013 7383        | + 918 |
| 0027      | 002 5933        | + 956 | 0087      | 008 2694        | + 936 | 0147      | 013 8301        | + 918 |
| 0028      | 002 6889        | + 956 | 0088      | 008 3630        | + 936 | 0148      | 013 9218        | + 917 |
| 0029      | 002 7845        | + 955 | 0089      | 008 4566        | + 936 | 0149      | 014 0135        | + 917 |
|           |                 | + 955 |           |                 | + 936 |           |                 | + 917 |
| 0.0030    | 0.002 8800      |       | 0.0090    | 0.008 5502      |       | 0.0150    | 0.014 1052      |       |
| 0031      | 002 9755        | + 955 | 0091      | 008 6437        | + 935 | 0151      | 014 1968        | + 916 |
| 0032      | 003 0709        | + 954 | 0092      | 008 7372        | + 935 | 0152      | 014 2884        | + 916 |
| 0033      | 003 1663        | + 954 | 0093      | 008 8306        | + 934 | 0153      | 014 3800        | + 916 |
| 0034      | 003 2617        | + 954 | 0094      | 008 9240        | + 934 | 0154      | 014 4716        | + 916 |
|           |                 | + 953 |           |                 | + 934 |           |                 | + 915 |
| 0.0035    | 0.003 3570      |       | 0.0095    | 0.009 0174      |       | 0.0155    | 0.014 5631      |       |
| 0036      | 003 4523        | + 953 | 0096      | 009 1108        | + 934 | 0156      | 014 6546        | + 915 |
| 0037      | 003 5476        | + 953 | 0097      | 009 2041        | + 933 | 0157      | 014 7460        | + 914 |
| 0038      | 003 6428        | + 952 | 0098      | 009 2974        | + 933 | 0158      | 014 8374        | + 914 |
| 0039      | 003 7380        | + 952 | 0099      | 009 3906        | + 932 | 0159      | 014 9288        | + 914 |
|           |                 | + 952 |           |                 | + 932 |           |                 | + 914 |
| 0.0040    | 0.003 8332      |       | 0.0100    | 0.009 4838      |       | 0.0160    | 0.015 0202      |       |
| 0041      | 003 9284        | + 952 | 0101      | 009 5770        | + 932 | 0161      | 015 1115        | + 913 |
| 0042      | 004 0235        | + 951 | 0102      | 009 6702        | + 932 | 0162      | 015 2028        | + 913 |
| 0043      | 004 1186        | + 951 | 0103      | 009 7633        | + 931 | 0163      | 015 2941        | + 913 |
| 0044      | 004 2136        | + 950 | 0104      | 009 8564        | + 931 | 0164      | 015 3854        | + 913 |
|           |                 | + 950 |           |                 | + 931 |           |                 | + 912 |
| 0.0045    | 0.004 3086      |       | 0.0105    | 0.009 9495      |       | 0.0165    | 0.015 4766      |       |
| 0046      | 004 4036        | + 950 | 0106      | 010 0425        | + 930 | 0166      | 015 5678        | + 912 |
| 0047      | 004 4985        | + 949 | 0107      | 010 1356        | + 931 | 0167      | 015 6589        | + 911 |
| 0048      | 004 5934        | + 949 | 0108      | 010 2285        | + 929 | 0168      | 015 7500        | + 911 |
| 0049      | 004 6883        | + 949 | 0109      | 010 3215        | + 930 | 0169      | 015 8411        | + 911 |
|           |                 | + 949 |           |                 | + 929 |           |                 | + 911 |
| 0.0050    | 0.004 7832      |       | 0.0110    | 0.010 4144      |       | 0.0170    | 0.015 9322      |       |
| 0051      | 004 8780        | + 948 | 0111      | 010 5073        | + 929 | 0171      | 016 0232        | + 910 |
| 0052      | 004 9728        | + 948 | 0112      | 010 6001        | + 928 | 0172      | 016 1142        | + 910 |
| 0053      | 005 0675        | + 947 | 0113      | 010 6929        | + 928 | 0173      | 016 2052        | + 910 |
| 0054      | 005 1622        | + 947 | 0114      | 010 7857        | + 928 | 0174      | 016 2961        | + 909 |
|           |                 | + 947 |           |                 | + 928 |           |                 | + 909 |
| 0.0055    | 0.005 2569      |       | 0.0115    | 0.010 8785      |       | 0.0175    | 0.016 3870      |       |
| 0056      | 005 3515        | + 946 | 0116      | 010 9712        | + 927 | 0176      | 016 4779        | + 909 |
| 0057      | 005 4462        | + 947 | 0117      | 011 0639        | + 927 | 0177      | 016 5688        | + 909 |
| 0058      | 005 5407        | + 945 | 0118      | 011 1565        | + 926 | 0178      | 016 6596        | + 908 |
| 0059      | 005 6353        | + 946 | 0119      | 011 2491        | + 926 | 0179      | 016 7504        | + 908 |
| 0.0060    | 0.005 7298      | + 945 | 0.0120    | 0.011 3417      | + 926 | 0.0180    | 0.016 8412      | + 908 |

Tafel VIII.

| $\lambda$ | $\log \eta\eta$ | Diff. | $\lambda$ | $\log \eta\eta$ | Diff. | $\lambda$ | $\log \eta\eta$ | Diff. |
|-----------|-----------------|-------|-----------|-----------------|-------|-----------|-----------------|-------|
| 0.0180    | 0.016 8412      | + 907 | 0.0240    | 0.022 2330      | + 890 | 0.0300    | 0.027 5218      | + 873 |
| 0181      | 016 9319        | + 907 | 0241      | 022 3220        | + 889 | 0301      | 027 6091        | + 873 |
| 0182      | 017 0226        | + 907 | 0242      | 022 4109        | + 889 | 0302      | 027 6964        | + 872 |
| 0183      | 017 1133        | + 906 | 0243      | 022 4998        | + 889 | 0303      | 027 7836        | + 872 |
| 0184      | 017 2039        | + 906 | 0244      | 022 5887        | + 889 | 0304      | 027 8708        | + 872 |
| 0.0185    | 0.017 2945      | + 906 | 0.0245    | 0.022 6776      | + 888 | 0.0305    | 0.027 9580      | + 872 |
| 0186      | 017 3851        | + 906 | 0246      | 022 7664        | + 888 | 0306      | 028 0452        | + 871 |
| 0187      | 017 4757        | + 905 | 0247      | 022 8552        | + 888 | 0307      | 028 1323        | + 871 |
| 0188      | 017 5662        | + 905 | 0248      | 022 9440        | + 888 | 0308      | 028 2194        | + 871 |
| 0189      | 017 6567        | + 904 | 0249      | 023 0328        | + 887 | 0309      | 028 3065        | + 871 |
| 0.0190    | 0.017 7471      | + 905 | 0.0250    | 0.023 1215      | + 887 | 0.0310    | 0.028 3936      | + 870 |
| 0191      | 017 8376        | + 904 | 0251      | 023 2102        | + 886 | 0311      | 028 4806        | + 870 |
| 0192      | 017 9280        | + 903 | 0252      | 023 2988        | + 887 | 0312      | 028 5676        | + 870 |
| 0193      | 018 0183        | + 904 | 0253      | 023 3875        | + 886 | 0313      | 028 6546        | + 869 |
| 0194      | 018 1087        | + 903 | 0254      | 023 4761        | + 886 | 0314      | 028 7415        | + 869 |
| 0.0195    | 0.018 1990      | + 903 | 0.0255    | 0.023 5647      | + 885 | 0.0315    | 0.028 8284      | + 869 |
| 0196      | 018 2893        | + 903 | 0256      | 023 6532        | + 885 | 0316      | 028 9153        | + 869 |
| 0197      | 018 3796        | + 902 | 0257      | 023 7417        | + 885 | 0317      | 029 0022        | + 868 |
| 0198      | 018 4698        | + 902 | 0258      | 023 8302        | + 885 | 0318      | 029 0890        | + 868 |
| 0199      | 018 5600        | + 901 | 0259      | 023 9187        | + 884 | 0319      | 029 1758        | + 868 |
| 0.0200    | 0.018 6501      | + 902 | 0.0260    | 0.024 0071      | + 885 | 0.0320    | 0.029 2626      | + 868 |
| 0201      | 018 7403        | + 901 | 0261      | 024 0956        | + 883 | 0321      | 029 3494        | + 867 |
| 0202      | 018 8304        | + 901 | 0262      | 024 1839        | + 884 | 0322      | 029 4361        | + 867 |
| 0203      | 018 9205        | + 900 | 0263      | 024 2723        | + 883 | 0323      | 029 5228        | + 867 |
| 0204      | 019 0105        | + 900 | 0264      | 024 3606        | + 883 | 0324      | 029 6095        | + 866 |
| 0.0205    | 0.019 1005      | + 900 | 0.0265    | 0.024 4489      | + 883 | 0.0325    | 0.029 6961      | + 866 |
| 0206      | 019 1905        | + 900 | 0266      | 024 5372        | + 882 | 0326      | 029 7827        | + 866 |
| 0207      | 019 2805        | + 899 | 0267      | 024 6254        | + 882 | 0327      | 029 8693        | + 866 |
| 0208      | 019 3704        | + 899 | 0268      | 024 7136        | + 882 | 0328      | 029 9559        | + 865 |
| 0209      | 019 4603        | + 899 | 0269      | 024 8018        | + 882 | 0329      | 030 0424        | + 866 |
| 0.0210    | 0.019 5502      | + 899 | 0.0270    | 0.024 8900      | + 881 | 0.0330    | 0.030 1290      | + 864 |
| 0211      | 019 6401        | + 898 | 0271      | 024 9781        | + 881 | 0331      | 030 2154        | + 865 |
| 0212      | 019 7299        | + 898 | 0272      | 025 0662        | + 881 | 0332      | 030 3019        | + 864 |
| 0213      | 019 8197        | + 897 | 0273      | 025 1543        | + 880 | 0333      | 030 3883        | + 864 |
| 0214      | 019 9094        | + 898 | 0274      | 025 2423        | + 880 | 0334      | 030 4747        | + 864 |
| 0.0215    | 0.019 9992      | + 897 | 0.0275    | 0.025 3303      | + 880 | 0.0335    | 0.030 5611      | + 864 |
| 0216      | 020 0889        | + 896 | 0276      | 025 4183        | + 880 | 0336      | 030 6475        | + 863 |
| 0217      | 020 1785        | + 897 | 0277      | 025 5063        | + 879 | 0337      | 030 7338        | + 863 |
| 0218      | 020 2682        | + 896 | 0278      | 025 5942        | + 879 | 0338      | 030 8201        | + 863 |
| 0219      | 020 3578        | + 896 | 0279      | 025 6821        | + 879 | 0339      | 030 9064        | + 862 |
| 0.0220    | 0.020 4474      | + 895 | 0.0280    | 0.025 7700      | + 879 | 0.0340    | 0.030 9926      | + 862 |
| 0221      | 020 5369        | + 895 | 0281      | 025 8579        | + 878 | 0341      | 031 0788        | + 862 |
| 0222      | 020 6264        | + 895 | 0282      | 025 9457        | + 878 | 0342      | 031 1650        | + 862 |
| 0223      | 020 7159        | + 895 | 0283      | 026 0335        | + 878 | 0343      | 031 2512        | + 861 |
| 0224      | 020 8054        | + 894 | 0284      | 026 1213        | + 877 | 0344      | 031 3373        | + 861 |
| 0.0225    | 0.020 8948      | + 894 | 0.0285    | 0.026 2090      | + 877 | 0.0345    | 0.031 4234      | + 861 |
| 0226      | 020 9842        | + 894 | 0286      | 026 2967        | + 877 | 0346      | 031 5095        | + 861 |
| 0227      | 021 0736        | + 894 | 0287      | 026 3844        | + 877 | 0347      | 031 5956        | + 860 |
| 0228      | 021 1630        | + 893 | 0288      | 026 4721        | + 876 | 0348      | 031 6816        | + 860 |
| 0229      | 021 2523        | + 893 | 0289      | 026 5597        | + 876 | 0349      | 031 7676        | + 860 |
| 0.0230    | 0.021 3416      | + 893 | 0.0290    | 0.026 6473      | + 876 | 0.0350    | 0.031 8536      | + 860 |
| 0231      | 021 4309        | + 892 | 0291      | 026 7349        | + 875 | 0351      | 031 9396        | + 859 |
| 0232      | 021 5201        | + 892 | 0292      | 026 8224        | + 875 | 0352      | 032 0255        | + 859 |
| 0233      | 021 6093        | + 892 | 0293      | 026 9099        | + 875 | 0353      | 032 1114        | + 859 |
| 0234      | 021 6985        | + 891 | 0294      | 026 9974        | + 875 | 0354      | 032 1973        | + 858 |
| 0.0235    | 0.021 7876      | + 892 | 0.0295    | 0.027 0849      | + 874 | 0.0355    | 0.032 2831      | + 858 |
| 0236      | 021 8768        | + 891 | 0296      | 027 1723        | + 874 | 0356      | 032 3689        | + 858 |
| 0237      | 021 9659        | + 890 | 0297      | 027 2597        | + 874 | 0357      | 032 4547        | + 858 |
| 0238      | 022 0549        | + 891 | 0298      | 027 3471        | + 874 | 0358      | 032 5405        | + 857 |
| 0239      | 022 1440        | + 890 | 0299      | 027 4345        | + 873 | 0359      | 032 6262        | + 858 |
| 0.0240    | 0.022 2330      |       | 0.0300    | 0.027 5218      |       | 0.0360    | 0.032 7120      |       |

Tafel VIII.

| $h$   | $\log \eta\eta$ | Diff.  | $h$   | $\log \eta\eta$ | Diff.  | $h$   | $\log \eta\eta$ | Diff.  |
|-------|-----------------|--------|-------|-----------------|--------|-------|-----------------|--------|
| 0.036 | 0.032 7120      | + 8557 | 0.096 | 0.079 9617      | + 7251 | 0.156 | 0.120 5735      | + 6318 |
| 037   | 033 5677        | + 8531 | 097   | 080 6868        | + 7233 | 157   | 121 2053        | + 6304 |
| 038   | 034 4208        | + 8505 | 098   | 081 4101        | + 7215 | 158   | 121 8357        | + 6292 |
| 039   | 035 2713        | + 8479 | 099   | 082 1316        | + 7197 | 159   | 122 4649        | + 6278 |
| 040   | 036 1192        | + 8454 | 100   | 082 8513        | + 7180 | 160   | 123 0927        | + 6265 |
| 0.041 | 0.036 9646      | + 8429 | 0.101 | 0.083 5693      | + 7161 | 0.161 | 0.123 7192      | + 6252 |
| 042   | 037 8075        | + 8403 | 102   | 084 2854        | + 7145 | 162   | 124 3444        | + 6238 |
| 043   | 038 6478        | + 8378 | 103   | 084 9999        | + 7126 | 163   | 124 9682        | + 6226 |
| 044   | 039 4856        | + 8353 | 104   | 085 7125        | + 7110 | 164   | 125 5908        | + 6213 |
| 045   | 040 3209        | + 8328 | 105   | 086 4235        | + 7092 | 165   | 126 2121        | + 6200 |
| 0.046 | 0.041 1537      | + 8304 | 0.106 | 0.087 1327      | + 7074 | 0.166 | 0.126 8321      | + 6187 |
| 047   | 041 9841        | + 8280 | 107   | 087 8401        | + 7058 | 167   | 127 4508        | + 6175 |
| 048   | 042 8121        | + 8255 | 108   | 088 5459        | + 7041 | 168   | 128 0683        | + 6162 |
| 049   | 043 6376        | + 8231 | 109   | 089 2500        | + 7023 | 169   | 128 6845        | + 6149 |
| 050   | 044 4607        | + 8207 | 110   | 089 9523        | + 7007 | 170   | 129 2994        | + 6137 |
| 0.051 | 0.045 2814      | + 8184 | 0.111 | 0.090 6530      | + 6990 | 0.171 | 0.129 9131      | + 6124 |
| 052   | 046 0998        | + 8159 | 112   | 091 3520        | + 6974 | 172   | 130 5255        | + 6112 |
| 053   | 046 9157        | + 8137 | 113   | 092 0494        | + 6957 | 173   | 131 1367        | + 6099 |
| 054   | 047 7294        | + 8113 | 114   | 092 7451        | + 6940 | 174   | 131 7466        | + 6087 |
| 055   | 048 5407        | + 8089 | 115   | 093 4391        | + 6924 | 175   | 132 3553        | + 6075 |
| 0.056 | 0.049 3496      | + 8067 | 0.116 | 0.094 1315      | + 6908 | 0.176 | 0.132 9628      | + 6062 |
| 057   | 050 1563        | + 8044 | 117   | 094 8223        | + 6891 | 177   | 133 5690        | + 6050 |
| 058   | 050 9607        | + 8021 | 118   | 095 5114        | + 6876 | 178   | 134 1740        | + 6038 |
| 059   | 051 7628        | + 7998 | 119   | 096 1990        | + 6859 | 179   | 134 7778        | + 6026 |
| 060   | 052 5626        | + 7976 | 120   | 096 8849        | + 6843 | 180   | 135 3804        | + 6014 |
| 0.061 | 0.053 3602      | + 7954 | 0.121 | 0.097 5692      | + 6828 | 0.181 | 0.135 9818      | + 6003 |
| 062   | 054 1556        | + 7932 | 122   | 098 2520        | + 6811 | 182   | 136 5821        | + 5990 |
| 063   | 054 9488        | + 7909 | 123   | 098 9331        | + 6796 | 183   | 137 1811        | + 5978 |
| 064   | 055 7397        | + 7888 | 124   | 099 6127        | + 6780 | 184   | 137 7789        | + 5966 |
| 065   | 056 5285        | + 7865 | 125   | 100 2907        | + 6765 | 185   | 138 3755        | + 5955 |
| 0.066 | 0.057 3150      | + 7844 | 0.126 | 0.100 9672      | + 6749 | 0.186 | 0.138 9710      | + 5943 |
| 067   | 058 0994        | + 7823 | 127   | 101 6421        | + 6733 | 187   | 139 5653        | + 5932 |
| 068   | 058 8817        | + 7801 | 128   | 102 3154        | + 6719 | 188   | 140 1585        | + 5919 |
| 069   | 059 6618        | + 7780 | 129   | 102 9873        | + 6703 | 189   | 140 7504        | + 5908 |
| 070   | 060 4398        | + 7759 | 130   | 103 6576        | + 6688 | 190   | 141 3412        | + 5897 |
| 0.071 | 0.061 2157      | + 7738 | 0.131 | 0.104 3264      | + 6672 | 0.191 | 0.141 9309      | + 5885 |
| 072   | 061 9895        | + 7717 | 132   | 104 9936        | + 6658 | 192   | 142 5194        | + 5874 |
| 073   | 062 7612        | + 7696 | 133   | 105 6594        | + 6643 | 193   | 143 1068        | + 5863 |
| 074   | 063 5308        | + 7676 | 134   | 106 3237        | + 6628 | 194   | 143 6931        | + 5851 |
| 075   | 064 2984        | + 7655 | 135   | 106 9865        | + 6613 | 195   | 144 2782        | + 5840 |
| 0.076 | 0.065 0639      | + 7635 | 0.136 | 0.107 6478      | + 6598 | 0.196 | 0.144 8622      | + 5828 |
| 077   | 065 8274        | + 7614 | 137   | 108 3076        | + 6584 | 197   | 145 4450        | + 5818 |
| 078   | 066 5888        | + 7595 | 138   | 108 9660        | + 6569 | 198   | 146 0268        | + 5806 |
| 079   | 067 3483        | + 7574 | 139   | 109 6229        | + 6554 | 199   | 146 6074        | + 5795 |
| 080   | 068 1057        | + 7555 | 140   | 110 2783        | + 6540 | 200   | 147 1869        | + 5784 |
| 0.081 | 0.068 8612      | + 7534 | 0.141 | 0.110 9323      | + 6526 | 0.201 | 0.147 7653      | + 5774 |
| 082   | 069 6146        | + 7515 | 142   | 111 5849        | + 6511 | 202   | 148 3427        | + 5762 |
| 083   | 070 3661        | + 7496 | 143   | 112 2360        | + 6497 | 203   | 148 9189        | + 5751 |
| 084   | 071 1157        | + 7476 | 144   | 112 8857        | + 6483 | 204   | 149 4940        | + 5741 |
| 085   | 071 8633        | + 7457 | 145   | 113 5340        | + 6469 | 205   | 150 0681        | + 5730 |
| 0.086 | 0.072 6090      | + 7437 | 0.146 | 0.114 1809      | + 6455 | 0.206 | 0.150 6411      | + 5719 |
| 087   | 073 3527        | + 7418 | 147   | 114 8264        | + 6440 | 207   | 151 2130        | + 5708 |
| 088   | 074 0945        | + 7400 | 148   | 115 4704        | + 6427 | 208   | 151 7838        | + 5697 |
| 089   | 074 8345        | + 7380 | 149   | 116 1131        | + 6413 | 209   | 152 3535        | + 5687 |
| 090   | 075 5725        | + 7362 | 150   | 116 7544        | + 6399 | 210   | 152 9222        | + 5677 |
| 0.091 | 0.076 3087      | + 7343 | 0.151 | 0.117 3943      | + 6386 | 0.211 | 0.153 4899      | + 5666 |
| 092   | 077 0430        | + 7324 | 152   | 118 0329        | + 6372 | 212   | 154 0565        | + 5655 |
| 093   | 077 7754        | + 7306 | 153   | 118 6701        | + 6358 | 213   | 154 6220        | + 5645 |
| 094   | 078 5060        | + 7288 | 154   | 119 3059        | + 6345 | 214   | 155 1865        | + 5634 |
| 095   | 079 2348        | + 7269 | 155   | 119 9404        | + 6331 | 215   | 155 7499        | + 5624 |
| 0.096 | 0.079 9617      |        | 156   | 0.120 5735      |        | 0.216 | 0.156 3123      |        |

Tafel VIII.

| $h$   | $\log \eta\eta$ | Diff.  | $h$   | $\log \eta\eta$ | Diff.  | $h$   | $\log \eta\eta$ | Diff.  |
|-------|-----------------|--------|-------|-----------------|--------|-------|-----------------|--------|
| 0.216 | 0.156 3123      |        | 0.276 | 0.188 3024      |        | 0.336 | 0.217 3085      |        |
| 217   | 156 8737        | + 5614 | 277   | 188 8085        | + 5061 | 337   | 217 7700        | + 4615 |
| 218   | 157 4340        | + 5603 | 278   | 189 3138        | + 5053 | 338   | 218 2308        | + 4608 |
| 219   | 157 9933        | + 5593 | 279   | 189 8183        | + 5045 | 339   | 218 6910        | + 4602 |
| 220   | 158 5516        | + 5583 | 280   | 190 3220        | + 5037 | 340   | 219 1505        | + 4595 |
|       |                 | + 5573 |       |                 | + 5029 |       |                 | + 4588 |
| 0.221 | 0.159 1089      |        | 0.281 | 0.190 8249      |        | 0.341 | 0.219 6093      |        |
| 222   | 159 6652        | + 5563 | 282   | 191 3269        | + 5020 | 342   | 220 0675        | + 4582 |
| 223   | 160 2204        | + 5552 | 283   | 191 8281        | + 5012 | 343   | 220 5250        | + 4575 |
| 224   | 160 7747        | + 5543 | 284   | 192 3286        | + 5005 | 344   | 220 9818        | + 4568 |
| 225   | 161 3279        | + 5532 | 285   | 192 8282        | + 4996 | 345   | 221 4380        | + 4562 |
|       |                 | + 5523 |       |                 | + 4989 |       |                 | + 4555 |
| 0.226 | 0.161 8802      |        | 0.286 | 0.193 3271      |        | 0.346 | 0.221 8935      |        |
| 227   | 162 4315        | + 5513 | 287   | 193 8251        | + 4980 | 347   | 222 3483        | + 4548 |
| 228   | 162 9817        | + 5502 | 288   | 194 3224        | + 4973 | 348   | 222 8025        | + 4542 |
| 229   | 163 5310        | + 5493 | 289   | 194 8188        | + 4964 | 349   | 223 2561        | + 4536 |
| 230   | 164 0793        | + 5483 | 290   | 195 3145        | + 4957 | 350   | 223 7090        | + 4529 |
|       |                 | + 5474 |       |                 | + 4949 |       |                 | + 4523 |
| 0.231 | 0.164 6267      |        | 0.291 | 0.195 8094      |        | 0.351 | 0.224 1613      |        |
| 232   | 165 1730        | + 5463 | 292   | 196 3035        | + 4941 | 352   | 224 6130        | + 4517 |
| 233   | 165 7184        | + 5454 | 293   | 196 7968        | + 4933 | 353   | 225 0640        | + 4510 |
| 234   | 166 2628        | + 5444 | 294   | 197 2894        | + 4926 | 354   | 225 5143        | + 4503 |
| 235   | 166 8063        | + 5435 | 295   | 197 7811        | + 4917 | 355   | 225 9640        | + 4497 |
|       |                 | + 5425 |       |                 | + 4910 |       |                 | + 4491 |
| 0.236 | 0.167 3488      |        | 0.296 | 0.198 2721      |        | 0.356 | 0.226 4131      |        |
| 237   | 167 8903        | + 5415 | 297   | 198 7624        | + 4903 | 357   | 226 8615        | + 4484 |
| 238   | 168 4309        | + 5406 | 298   | 199 2518        | + 4894 | 358   | 227 3093        | + 4478 |
| 239   | 168 9705        | + 5396 | 299   | 199 7406        | + 4888 | 359   | 227 7565        | + 4472 |
| 240   | 169 5092        | + 5387 | 300   | 200 2285        | + 4879 | 360   | 228 2031        | + 4466 |
|       |                 | + 5378 |       |                 | + 4872 |       |                 | + 4459 |
| 0.241 | 0.170 0470      |        | 0.301 | 0.200 7157      |        | 0.361 | 0.228 6490      |        |
| 242   | 170 5838        | + 5368 | 302   | 201 2021        | + 4864 | 362   | 229 0943        | + 4453 |
| 243   | 171 1197        | + 5359 | 303   | 201 6878        | + 4857 | 363   | 229 5390        | + 4447 |
| 244   | 171 6547        | + 5350 | 304   | 202 1727        | + 4849 | 364   | 229 9831        | + 4441 |
| 245   | 172 1887        | + 5340 | 305   | 202 6569        | + 4842 | 365   | 230 4265        | + 4434 |
|       |                 | + 5331 |       |                 | + 4834 |       |                 | + 4429 |
| 0.246 | 0.172 7218      |        | 0.306 | 0.203 1403      |        | 0.366 | 0.230 8694      |        |
| 247   | 173 2540        | + 5322 | 307   | 203 6230        | + 4827 | 367   | 231 3116        | + 4422 |
| 248   | 173 7853        | + 5313 | 308   | 204 1050        | + 4820 | 368   | 231 7532        | + 4416 |
| 249   | 174 3156        | + 5303 | 309   | 204 5862        | + 4812 | 369   | 232 1942        | + 4410 |
| 250   | 174 8451        | + 5295 | 310   | 205 0667        | + 4805 | 370   | 232 6346        | + 4404 |
|       |                 | + 5285 |       |                 | + 4797 |       |                 | + 4397 |
| 0.251 | 0.175 3736      |        | 0.311 | 0.205 5464      |        | 0.371 | 0.233 0743      |        |
| 252   | 175 9013        | + 5277 | 312   | 206 0254        | + 4790 | 372   | 233 5135        | + 4393 |
| 253   | 176 4280        | + 5267 | 313   | 206 5037        | + 4783 | 373   | 233 9521        | + 4386 |
| 254   | 176 9538        | + 5258 | 314   | 206 9813        | + 4776 | 374   | 234 3900        | + 4379 |
| 255   | 177 4788        | + 5250 | 315   | 207 4581        | + 4768 | 375   | 234 8274        | + 4374 |
|       |                 | + 5241 |       |                 | + 4761 |       |                 | + 4368 |
| 0.256 | 0.178 0029      |        | 0.316 | 0.207 9342      |        | 0.376 | 0.235 2642      |        |
| 257   | 178 5261        | + 5232 | 317   | 208 4096        | + 4754 | 377   | 235 7003        | + 4361 |
| 258   | 179 0484        | + 5223 | 318   | 208 8843        | + 4747 | 378   | 236 1359        | + 4356 |
| 259   | 179 5698        | + 5214 | 319   | 209 3582        | + 4739 | 379   | 236 5709        | + 4350 |
| 260   | 180 0903        | + 5205 | 320   | 209 8315        | + 4733 | 380   | 237 0053        | + 4344 |
|       |                 | + 5197 |       |                 | + 4725 |       |                 | + 4338 |
| 0.261 | 0.180 6100      |        | 0.321 | 0.210 3040      |        | 0.381 | 0.237 4391      |        |
| 262   | 181 1288        | + 5188 | 322   | 210 7759        | + 4719 | 382   | 237 8723        | + 4332 |
| 263   | 181 6467        | + 5179 | 323   | 211 2470        | + 4711 | 383   | 238 3050        | + 4327 |
| 264   | 182 1638        | + 5171 | 324   | 211 7174        | + 4704 | 384   | 238 7370        | + 4320 |
| 265   | 182 6800        | + 5162 | 325   | 212 1871        | + 4697 | 385   | 239 1685        | + 4315 |
|       |                 | + 5153 |       |                 | + 4691 |       |                 | + 4308 |
| 0.266 | 0.183 1953      |        | 0.326 | 0.212 6562      |        | 0.386 | 0.239 5993      |        |
| 267   | 183 7098        | + 5145 | 327   | 213 1245        | + 4683 | 387   | 240 0296        | + 4303 |
| 268   | 184 2235        | + 5137 | 328   | 213 5921        | + 4676 | 388   | 240 4594        | + 4298 |
| 269   | 184 7363        | + 5128 | 329   | 214 0591        | + 4670 | 389   | 240 8885        | + 4291 |
| 270   | 185 2483        | + 5120 | 330   | 214 5253        | + 4662 | 390   | 241 3171        | + 4286 |
|       |                 | + 5111 |       |                 | + 4656 |       |                 | + 4280 |
| 0.271 | 0.185 7594      |        | 0.331 | 0.214 9909      |        | 0.391 | 0.241 7451      |        |
| 272   | 186 2696        | + 5102 | 332   | 215 4558        | + 4649 | 392   | 242 1725        | + 4274 |
| 273   | 186 7791        | + 5095 | 333   | 215 9200        | + 4642 | 393   | 242 5994        | + 4269 |
| 274   | 187 2877        | + 5086 | 334   | 216 3835        | + 4635 | 394   | 243 0257        | + 4263 |
| 275   | 187 7955        | + 5078 | 335   | 216 8464        | + 4629 | 395   | 243 4514        | + 4257 |
| 0.276 | 0.188 3024      | + 5069 | 0.336 | 0.217 3085      | + 4621 | 0.396 | 0.243 8766      | + 4252 |

Tafel VIII.

| $h$   | $\log \eta \eta$ | Diff.  | $h$   | $\log \eta \eta$ | Diff.  | $h$   | $\log \eta \eta$ | Diff.  |
|-------|------------------|--------|-------|------------------|--------|-------|------------------|--------|
| 0.396 | 0.243 8766       | + 4246 | 0.456 | 0.268 4111       | + 3935 | 0.516 | 0.291 2209       | + 3670 |
| 397   | 244 3012         | + 4240 | 457   | 268 8046         | + 3931 | 517   | 291 5879         | + 3666 |
| 398   | 244 7252         | + 4235 | 458   | 269 1977         | + 3926 | 518   | 291 9545         | + 3662 |
| 399   | 245 1487         | + 4229 | 459   | 269 5903         | + 3921 | 519   | 292 3207         | + 3657 |
| 400   | 245 5716         | + 4224 | 460   | 269 9824         | + 3917 | 520   | 292 6864         | + 3654 |
| 0.401 | 0.245 9940       | + 4218 | 0.461 | 0.270 3741       | + 3911 | 0.521 | 0.293 0518       | + 3650 |
| 402   | 246 4158         | + 4213 | 462   | 270 7652         | + 3907 | 522   | 293 4168         | + 3645 |
| 403   | 246 8371         | + 4207 | 463   | 271 1559         | + 3903 | 523   | 293 7813         | + 3642 |
| 404   | 247 2578         | + 4201 | 464   | 271 5462         | + 3898 | 524   | 294 1455         | + 3637 |
| 405   | 247 6779         | + 4196 | 465   | 271 9360         | + 3893 | 525   | 294 5092         | + 3634 |
| 0.406 | 0.248 0975       | + 4191 | 0.466 | 0.272 3253       | + 3888 | 0.526 | 0.294 8726       | + 3629 |
| 407   | 248 5166         | + 4185 | 467   | 272 7141         | + 3884 | 527   | 295 2355         | + 3626 |
| 408   | 248 9351         | + 4180 | 468   | 273 1025         | + 3879 | 528   | 295 5981         | + 3621 |
| 409   | 249 3531         | + 4174 | 469   | 273 4904         | + 3874 | 529   | 295 9602         | + 3618 |
| 410   | 249 7705         | + 4169 | 470   | 273 8778         | + 3870 | 530   | 296 3220         | + 3613 |
| 0.411 | 0.250 1874       | + 4164 | 0.471 | 0.274 2648       | + 3865 | 0.531 | 0.296 6833       | + 3610 |
| 412   | 250 6038         | + 4158 | 472   | 274 6513         | + 3861 | 532   | 297 0443         | + 3606 |
| 413   | 251 0196         | + 4153 | 473   | 275 0374         | + 3856 | 533   | 297 4049         | + 3601 |
| 414   | 251 4349         | + 4147 | 474   | 275 4230         | + 3852 | 534   | 297 7650         | + 3598 |
| 415   | 251 8496         | + 4142 | 475   | 275 8082         | + 3847 | 535   | 298 1248         | + 3594 |
| 0.416 | 0.252 2638       | + 4137 | 0.476 | 0.276 1929       | + 3842 | 0.536 | 0.298 4842       | + 3590 |
| 417   | 252 6775         | + 4131 | 477   | 276 5771         | + 3838 | 537   | 298 8432         | + 3586 |
| 418   | 253 0906         | + 4126 | 478   | 276 9609         | + 3834 | 538   | 299 2018         | + 3582 |
| 419   | 253 5032         | + 4121 | 479   | 277 3443         | + 3829 | 539   | 299 5600         | + 3578 |
| 420   | 253 9153         | + 4116 | 480   | 277 7272         | + 3824 | 540   | 299 9178         | + 3574 |
| 0.421 | 0.254 3269       | + 4110 | 0.481 | 0.278 1096       | + 3820 | 0.541 | 0.300 2752       | + 3571 |
| 422   | 254 7379         | + 4106 | 482   | 278 4916         | + 3816 | 542   | 300 6323         | + 3567 |
| 423   | 255 1485         | + 4099 | 483   | 278 8732         | + 3811 | 543   | 300 9890         | + 3562 |
| 424   | 255 5584         | + 4095 | 484   | 279 2543         | + 3806 | 544   | 301 3452         | + 3559 |
| 425   | 255 9679         | + 4089 | 485   | 279 6349         | + 3802 | 545   | 301 7011         | + 3555 |
| 0.426 | 0.256 3768       | + 4085 | 0.486 | 0.280 0151       | + 3798 | 0.546 | 0.302 0566       | + 3551 |
| 427   | 256 7853         | + 4079 | 487   | 280 3949         | + 3794 | 547   | 302 4117         | + 3547 |
| 428   | 257 1932         | + 4074 | 488   | 280 7743         | + 3789 | 548   | 302 7664         | + 3544 |
| 429   | 257 6006         | + 4069 | 489   | 281 1532         | + 3784 | 549   | 303 1208         | + 3540 |
| 430   | 258 0075         | + 4064 | 490   | 281 5316         | + 3780 | 550   | 303 4748         | + 3536 |
| 0.431 | 0.258 4139       | + 4059 | 0.491 | 0.281 9096       | + 3776 | 0.551 | 0.303 8284       | + 3532 |
| 432   | 258 8198         | + 4054 | 492   | 282 2872         | + 3772 | 552   | 304 1816         | + 3528 |
| 433   | 259 2252         | + 4048 | 493   | 282 6644         | + 3767 | 553   | 304 5344         | + 3525 |
| 434   | 259 6300         | + 4044 | 494   | 283 0411         | + 3762 | 554   | 304 8869         | + 3521 |
| 435   | 260 0344         | + 4038 | 495   | 283 4173         | + 3759 | 555   | 305 2390         | + 3517 |
| 0.436 | 0.260 4382       | + 4033 | 0.496 | 0.283 7932       | + 3754 | 0.556 | 0.305 5907       | + 3513 |
| 437   | 260 8415         | + 4029 | 497   | 284 1686         | + 3750 | 557   | 305 9420         | + 3510 |
| 438   | 261 2444         | + 4023 | 498   | 284 5436         | + 3745 | 558   | 306 2930         | + 3506 |
| 439   | 261 6467         | + 4019 | 499   | 284 9181         | + 3742 | 559   | 306 6436         | + 3502 |
| 440   | 262 0486         | + 4013 | 500   | 285 2923         | + 3737 | 560   | 306 9938         | + 3499 |
| 0.441 | 0.262 4499       | + 4008 | 0.501 | 0.285 6660       | + 3732 | 0.561 | 0.307 3437       | + 3494 |
| 442   | 262 8507         | + 4004 | 502   | 286 0392         | + 3729 | 562   | 307 6931         | + 3491 |
| 443   | 263 2511         | + 3998 | 503   | 286 4121         | + 3724 | 563   | 308 0422         | + 3488 |
| 444   | 263 6509         | + 3994 | 504   | 286 7845         | + 3720 | 564   | 308 3910         | + 3484 |
| 445   | 264 0503         | + 3989 | 505   | 287 1565         | + 3716 | 565   | 308 7394         | + 3480 |
| 0.446 | 0.264 4492       | + 3983 | 0.506 | 0.287 5281       | + 3711 | 0.566 | 0.309 0874       | + 3476 |
| 447   | 264 8475         | + 3979 | 507   | 287 8992         | + 3708 | 567   | 309 4350         | + 3473 |
| 448   | 265 2454         | + 3974 | 508   | 288 2700         | + 3703 | 568   | 309 7823         | + 3469 |
| 449   | 265 6428         | + 3969 | 509   | 288 6403         | + 3699 | 569   | 310 1292         | + 3466 |
| 450   | 266 0397         | + 3965 | 510   | 289 0102         | + 3695 | 570   | 310 4758         | + 3462 |
| 0.451 | 0.266 4362       | + 3959 | 0.511 | 0.289 3797       | + 3690 | 0.571 | 0.310 8220       | + 3458 |
| 452   | 266 8321         | + 3955 | 512   | 289 7487         | + 3687 | 572   | 311 1678         | + 3455 |
| 453   | 267 2276         | + 3950 | 513   | 290 1174         | + 3682 | 573   | 311 5133         | + 3451 |
| 454   | 267 6226         | + 3945 | 514   | 290 4856         | + 3679 | 574   | 311 8584         | + 3447 |
| 455   | 268 0171         | + 3940 | 515   | 290 8535         | + 3674 | 575   | 312 2031         | + 3444 |
| 0.456 | 0.268 4111       |        | 0.516 | 0.291 2209       |        | 0.576 | 0.312 5475       |        |



## Tafel IX.

vgl. p. 88.

| $w$     | $10^7 \xi$ | $w$     | $10^7 \xi$ | $w$     | $10^7 \xi$ | $w$     | $10^7 \xi$ | $w$     | $10^7 \xi$ |
|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| — 0.300 | 43906      | — 0.240 | 28939      | — 0.180 | 16782      | — 0.120 | 7698       | — 0.060 | 1988       |
| — 0.299 | 43635      | — 0.239 | 28713      | — 0.179 | 16604      | — 0.119 | 7574       | — 0.059 | 1924       |
| — 0.298 | 43364      | — 0.238 | 28487      | — 0.178 | 16428      | — 0.118 | 7451       | — 0.058 | 1860       |
| — 0.297 | 43095      | — 0.237 | 28263      | — 0.177 | 16252      | — 0.117 | 7329       | — 0.057 | 1798       |
| — 0.296 | 42826      | — 0.236 | 28039      | — 0.176 | 16077      | — 0.116 | 7208       | — 0.056 | 1736       |
| — 0.295 | 42557      | — 0.235 | 27816      | — 0.175 | 15903      | — 0.115 | 7088       | — 0.055 | 1675       |
| — 0.294 | 42290      | — 0.234 | 27593      | — 0.174 | 15730      | — 0.114 | 6969       | — 0.054 | 1616       |
| — 0.293 | 42023      | — 0.233 | 27371      | — 0.173 | 15558      | — 0.113 | 6851       | — 0.053 | 1558       |
| — 0.292 | 41757      | — 0.232 | 27151      | — 0.172 | 15387      | — 0.112 | 6734       | — 0.052 | 1500       |
| — 0.291 | 41491      | — 0.231 | 26931      | — 0.171 | 15216      | — 0.111 | 6618       | — 0.051 | 1444       |
| — 0.290 | 41227      | — 0.230 | 26711      | — 0.170 | 15047      | — 0.110 | 6503       | — 0.050 | 1389       |
| — 0.289 | 40963      | — 0.229 | 26493      | — 0.169 | 14878      | — 0.109 | 6389       | — 0.049 | 1334       |
| — 0.288 | 40700      | — 0.228 | 26275      | — 0.168 | 14710      | — 0.108 | 6275       | — 0.048 | 1281       |
| — 0.287 | 40437      | — 0.227 | 26058      | — 0.167 | 14543      | — 0.107 | 6163       | — 0.047 | 1229       |
| — 0.286 | 40175      | — 0.226 | 25842      | — 0.166 | 14377      | — 0.106 | 6052       | — 0.046 | 1178       |
| — 0.285 | 39914      | — 0.225 | 25627      | — 0.165 | 14211      | — 0.105 | 5941       | — 0.045 | 1128       |
| — 0.284 | 39654      | — 0.224 | 25412      | — 0.164 | 14047      | — 0.104 | 5832       | — 0.044 | 1079       |
| — 0.283 | 39394      | — 0.223 | 25199      | — 0.163 | 13883      | — 0.103 | 5723       | — 0.043 | 1031       |
| — 0.282 | 39135      | — 0.222 | 24986      | — 0.162 | 13721      | — 0.102 | 5616       | — 0.042 | 984        |
| — 0.281 | 38877      | — 0.221 | 24774      | — 0.161 | 13559      | — 0.101 | 5509       | — 0.041 | 938        |
| — 0.280 | 38620      | — 0.220 | 24562      | — 0.160 | 13398      | — 0.100 | 5403       | — 0.040 | 894        |
| — 0.279 | 38363      | — 0.219 | 24352      | — 0.159 | 13238      | — 0.099 | 5299       | — 0.039 | 850        |
| — 0.278 | 38107      | — 0.218 | 24142      | — 0.158 | 13079      | — 0.098 | 5195       | — 0.038 | 807        |
| — 0.277 | 37852      | — 0.217 | 23932      | — 0.157 | 12921      | — 0.097 | 5092       | — 0.037 | 766        |
| — 0.276 | 37598      | — 0.216 | 23725      | — 0.156 | 12763      | — 0.096 | 4991       | — 0.036 | 726        |
| — 0.275 | 37344      | — 0.215 | 23518      | — 0.155 | 12607      | — 0.095 | 4890       | — 0.035 | 686        |
| — 0.274 | 37091      | — 0.214 | 23311      | — 0.154 | 12451      | — 0.094 | 4790       | — 0.034 | 648        |
| — 0.273 | 36839      | — 0.213 | 23106      | — 0.153 | 12296      | — 0.093 | 4691       | — 0.033 | 611        |
| — 0.272 | 36587      | — 0.212 | 22901      | — 0.152 | 12143      | — 0.092 | 4593       | — 0.032 | 575        |
| — 0.271 | 36337      | — 0.211 | 22697      | — 0.151 | 11990      | — 0.091 | 4496       | — 0.031 | 539        |
| — 0.270 | 36087      | — 0.210 | 22494      | — 0.150 | 11838      | — 0.090 | 4401       | — 0.030 | 506        |
| — 0.269 | 35838      | — 0.209 | 22291      | — 0.149 | 11686      | — 0.089 | 4306       | — 0.029 | 473        |
| — 0.268 | 35589      | — 0.208 | 22090      | — 0.148 | 11536      | — 0.088 | 4212       | — 0.028 | 441        |
| — 0.267 | 35341      | — 0.207 | 21889      | — 0.147 | 11387      | — 0.087 | 4119       | — 0.027 | 410        |
| — 0.266 | 35094      | — 0.206 | 21689      | — 0.146 | 11238      | — 0.086 | 4027       | — 0.026 | 381        |
| — 0.265 | 34848      | — 0.205 | 21490      | — 0.145 | 11091      | — 0.085 | 3936       | — 0.025 | 352        |
| — 0.264 | 34603      | — 0.204 | 21292      | — 0.144 | 10944      | — 0.084 | 3846       | — 0.024 | 325        |
| — 0.263 | 34358      | — 0.203 | 21094      | — 0.143 | 10798      | — 0.083 | 3757       | — 0.023 | 298        |
| — 0.262 | 34114      | — 0.202 | 20897      | — 0.142 | 10653      | — 0.082 | 3669       | — 0.022 | 273        |
| — 0.261 | 33871      | — 0.201 | 20702      | — 0.141 | 10509      | — 0.081 | 3582       | — 0.021 | 249        |
| — 0.260 | 33628      | — 0.200 | 20507      | — 0.140 | 10366      | — 0.080 | 3496       | — 0.020 | 226        |
| — 0.259 | 33387      | — 0.199 | 20312      | — 0.139 | 10224      | — 0.079 | 3411       | — 0.019 | 204        |
| — 0.258 | 33146      | — 0.198 | 20119      | — 0.138 | 10083      | — 0.078 | 3327       | — 0.018 | 183        |
| — 0.257 | 32905      | — 0.197 | 19926      | — 0.137 | 9943       | — 0.077 | 3244       | — 0.017 | 164        |
| — 0.256 | 32666      | — 0.196 | 19735      | — 0.136 | 9803       | — 0.076 | 3162       | — 0.016 | 145        |
| — 0.255 | 32427      | — 0.195 | 19544      | — 0.135 | 9665       | — 0.075 | 3081       | — 0.015 | 127        |
| — 0.254 | 32189      | — 0.194 | 19354      | — 0.134 | 9527       | — 0.074 | 3001       | — 0.014 | 111        |
| — 0.253 | 31952      | — 0.193 | 19165      | — 0.133 | 9390       | — 0.073 | 2922       | — 0.013 | 96         |
| — 0.252 | 31716      | — 0.192 | 18976      | — 0.132 | 9255       | — 0.072 | 2844       | — 0.012 | 82         |
| — 0.251 | 31480      | — 0.191 | 18789      | — 0.131 | 9120       | — 0.071 | 2767       | — 0.011 | 69         |
| — 0.250 | 31245      | — 0.190 | 18602      | — 0.130 | 8986       | — 0.070 | 2691       | — 0.010 | 57         |
| — 0.249 | 31011      | — 0.189 | 18416      | — 0.129 | 8853       | — 0.069 | 2617       | — 0.009 | 46         |
| — 0.248 | 30778      | — 0.188 | 18231      | — 0.128 | 8721       | — 0.068 | 2543       | — 0.008 | 36         |
| — 0.247 | 30545      | — 0.187 | 18047      | — 0.127 | 8590       | — 0.067 | 2470       | — 0.007 | 28         |
| — 0.246 | 30314      | — 0.186 | 17864      | — 0.126 | 8459       | — 0.066 | 2398       | — 0.006 | 20         |
| — 0.245 | 30083      | — 0.185 | 17681      | — 0.125 | 8330       | — 0.065 | 2327       | — 0.005 | 14         |
| — 0.244 | 29852      | — 0.184 | 17500      | — 0.124 | 8202       | — 0.064 | 2257       | — 0.004 | 9          |
| — 0.243 | 29623      | — 0.183 | 17319      | — 0.123 | 8074       | — 0.063 | 2189       | — 0.003 | 5          |
| — 0.242 | 29394      | — 0.182 | 17139      | — 0.122 | 7948       | — 0.062 | 2121       | — 0.002 | 2          |
| — 0.241 | 29166      | — 0.181 | 16960      | — 0.121 | 7822       | — 0.061 | 2054       | — 0.001 | 1          |
| — 0.240 | 28939      | — 0.180 | 16782      | — 0.120 | 7698       | — 0.060 | 1988       | 0.000   | 0          |

Tafel IX.

| $w$     | $10^7 \xi$ | $w$     | $10^7 \xi$ | $w$     | $10^7 \xi$ | $w$     | $10^7 \xi$ | $w$     | $10^7 \xi$ |
|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| 0.000   | 0          | + 0.060 | 2131       | + 0.120 | 8845       | + 0.180 | 20685      | + 0.240 | 38289      |
| + 0.001 | 1          | + 0.061 | 2204       | + 0.121 | 8999       | + 0.181 | 20929      | + 0.241 | 38635      |
| + 0.002 | 2          | + 0.062 | 2278       | + 0.122 | 9154       | + 0.182 | 21175      | + 0.242 | 38983      |
| + 0.003 | 5          | + 0.063 | 2354       | + 0.123 | 9311       | + 0.183 | 21422      | + 0.243 | 39333      |
| + 0.004 | 9          | + 0.064 | 2431       | + 0.124 | 9469       | + 0.184 | 21671      | + 0.244 | 39685      |
| + 0.005 | 14         | + 0.065 | 2509       | + 0.125 | 9628       | + 0.185 | 21922      | + 0.245 | 40039      |
| + 0.006 | 21         | + 0.066 | 2588       | + 0.126 | 9789       | + 0.186 | 22174      | + 0.246 | 40394      |
| + 0.007 | 28         | + 0.067 | 2669       | + 0.127 | 9951       | + 0.187 | 22428      | + 0.247 | 40752      |
| + 0.008 | 37         | + 0.068 | 2751       | + 0.128 | 10115      | + 0.188 | 22683      | + 0.248 | 41111      |
| + 0.009 | 47         | + 0.069 | 2834       | + 0.129 | 10280      | + 0.189 | 22941      | + 0.249 | 41472      |
| + 0.010 | 57         | + 0.070 | 2918       | + 0.130 | 10447      | + 0.190 | 23199      | + 0.250 | 41835      |
| + 0.011 | 70         | + 0.071 | 3004       | + 0.131 | 10615      | + 0.191 | 23460      | + 0.251 | 42199      |
| + 0.012 | 83         | + 0.072 | 3091       | + 0.132 | 10784      | + 0.192 | 23722      | + 0.252 | 42566      |
| + 0.013 | 97         | + 0.073 | 3180       | + 0.133 | 10955      | + 0.193 | 23985      | + 0.253 | 42934      |
| + 0.014 | 113        | + 0.074 | 3269       | + 0.134 | 11128      | + 0.194 | 24251      | + 0.254 | 43305      |
| + 0.015 | 130        | + 0.075 | 3360       | + 0.135 | 11301      | + 0.195 | 24518      | + 0.255 | 43677      |
| + 0.016 | 148        | + 0.076 | 3453       | + 0.136 | 11477      | + 0.196 | 24786      | + 0.256 | 44051      |
| + 0.017 | 167        | + 0.077 | 3546       | + 0.137 | 11654      | + 0.197 | 25056      | + 0.257 | 44427      |
| + 0.018 | 187        | + 0.078 | 3641       | + 0.138 | 11832      | + 0.198 | 25328      | + 0.258 | 44804      |
| + 0.019 | 209        | + 0.079 | 3738       | + 0.139 | 12012      | + 0.199 | 25602      | + 0.259 | 45184      |
| + 0.020 | 231        | + 0.080 | 3835       | + 0.140 | 12193      | + 0.200 | 25877      | + 0.260 | 45566      |
| + 0.021 | 255        | + 0.081 | 3934       | + 0.141 | 12376      | + 0.201 | 26154      | + 0.261 | 45949      |
| + 0.022 | 280        | + 0.082 | 4034       | + 0.142 | 12560      | + 0.202 | 26433      | + 0.262 | 46334      |
| + 0.023 | 306        | + 0.083 | 4136       | + 0.143 | 12745      | + 0.203 | 26713      | + 0.263 | 46721      |
| + 0.024 | 334        | + 0.084 | 4239       | + 0.144 | 12933      | + 0.204 | 26995      | + 0.264 | 47111      |
| + 0.025 | 362        | + 0.085 | 4343       | + 0.145 | 13121      | + 0.205 | 27278      | + 0.265 | 47502      |
| + 0.026 | 392        | + 0.086 | 4448       | + 0.146 | 13311      | + 0.206 | 27564      | + 0.266 | 47894      |
| + 0.027 | 423        | + 0.087 | 4555       | + 0.147 | 13503      | + 0.207 | 27851      | + 0.267 | 48289      |
| + 0.028 | 455        | + 0.088 | 4663       | + 0.148 | 13696      | + 0.208 | 28139      | + 0.268 | 48686      |
| + 0.029 | 489        | + 0.089 | 4773       | + 0.149 | 13891      | + 0.209 | 28429      | + 0.269 | 49085      |
| + 0.030 | 523        | + 0.090 | 4884       | + 0.150 | 14087      | + 0.210 | 28722      | + 0.270 | 49485      |
| + 0.031 | 559        | + 0.091 | 4996       | + 0.151 | 14285      | + 0.211 | 29015      | + 0.271 | 49888      |
| + 0.032 | 596        | + 0.092 | 5109       | + 0.152 | 14484      | + 0.212 | 29311      | + 0.272 | 50292      |
| + 0.033 | 634        | + 0.093 | 5224       | + 0.153 | 14684      | + 0.213 | 29608      | + 0.273 | 50699      |
| + 0.034 | 674        | + 0.094 | 5341       | + 0.154 | 14886      | + 0.214 | 29907      | + 0.274 | 51107      |
| + 0.035 | 714        | + 0.095 | 5458       | + 0.155 | 15090      | + 0.215 | 30207      | + 0.275 | 51517      |
| + 0.036 | 756        | + 0.096 | 5577       | + 0.156 | 15295      | + 0.216 | 30509      | + 0.276 | 51930      |
| + 0.037 | 799        | + 0.097 | 5697       | + 0.157 | 15502      | + 0.217 | 30814      | + 0.277 | 52344      |
| + 0.038 | 844        | + 0.098 | 5819       | + 0.158 | 15710      | + 0.218 | 31119      | + 0.278 | 52760      |
| + 0.039 | 889        | + 0.099 | 5942       | + 0.159 | 15920      | + 0.219 | 31427      | + 0.279 | 53178      |
| + 0.040 | 936        | + 0.100 | 6066       | + 0.160 | 16131      | + 0.220 | 31736      | + 0.280 | 53598      |
| + 0.041 | 984        | + 0.101 | 6192       | + 0.161 | 16344      | + 0.221 | 32047      | + 0.281 | 54020      |
| + 0.042 | 1033       | + 0.102 | 6319       | + 0.162 | 16559      | + 0.222 | 32359      | + 0.282 | 54444      |
| + 0.043 | 1084       | + 0.103 | 6448       | + 0.163 | 16775      | + 0.223 | 32674      | + 0.283 | 54870      |
| + 0.044 | 1135       | + 0.104 | 6578       | + 0.164 | 16992      | + 0.224 | 32990      | + 0.284 | 55298      |
| + 0.045 | 1188       | + 0.105 | 6709       | + 0.165 | 17211      | + 0.225 | 33308      | + 0.285 | 55728      |
| + 0.046 | 1242       | + 0.106 | 6842       | + 0.166 | 17432      | + 0.226 | 33627      | + 0.286 | 56160      |
| + 0.047 | 1298       | + 0.107 | 6976       | + 0.167 | 17654      | + 0.227 | 33949      | + 0.287 | 56594      |
| + 0.048 | 1354       | + 0.108 | 7111       | + 0.168 | 17878      | + 0.228 | 34272      | + 0.288 | 57030      |
| + 0.049 | 1412       | + 0.109 | 7248       | + 0.169 | 18103      | + 0.229 | 34597      | + 0.289 | 57468      |
| + 0.050 | 1471       | + 0.110 | 7386       | + 0.170 | 18330      | + 0.230 | 34924      | + 0.290 | 57908      |
| + 0.051 | 1532       | + 0.111 | 7526       | + 0.171 | 18558      | + 0.231 | 35252      | + 0.291 | 58350      |
| + 0.052 | 1593       | + 0.112 | 7667       | + 0.172 | 18788      | + 0.232 | 35582      | + 0.292 | 58795      |
| + 0.053 | 1656       | + 0.113 | 7809       | + 0.173 | 19020      | + 0.233 | 35914      | + 0.293 | 59241      |
| + 0.054 | 1720       | + 0.114 | 7953       | + 0.174 | 19253      | + 0.234 | 36248      | + 0.294 | 59689      |
| + 0.055 | 1785       | + 0.115 | 8098       | + 0.175 | 19487      | + 0.235 | 36584      | + 0.295 | 60139      |
| + 0.056 | 1852       | + 0.116 | 8245       | + 0.176 | 19724      | + 0.236 | 36921      | + 0.296 | 60591      |
| + 0.057 | 1920       | + 0.117 | 8393       | + 0.177 | 19961      | + 0.237 | 37260      | + 0.297 | 61045      |
| + 0.058 | 1989       | + 0.118 | 8542       | + 0.178 | 20201      | + 0.238 | 37601      | + 0.298 | 61502      |
| + 0.059 | 2060       | + 0.119 | 8693       | + 0.179 | 20442      | + 0.239 | 37944      | + 0.299 | 61960      |
| + 0.060 | 2131       | + 0.120 | 8845       | + 0.180 | 20685      | + 0.240 | 38289      | + 0.300 | 62421      |

## Tafel XA.

vergl. pag. 119 u. 240.

| Jahr | ( $\epsilon-10''5$ ) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> | Jahr | ( $\epsilon-10''5$ ) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> | Jahr | ( $\epsilon-10''5$ ) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> | Jahr | ( $\epsilon-10''5$ ) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> |
|------|-----------------------------------|----------------|-----------------|------|-----------------------------------|----------------|-----------------|------|-----------------------------------|----------------|-----------------|------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| 1600 | 23°29'20"192                      | 77.875         | 83.744          | 1650 | 23°28'56"443                      | 77.844         | 15.118          | 1700 | 23°28'32"681                      | 77.814         | 46.493          | 1750 | 23°28'8"908                       | 77.784         | 77.868          |
| 01   | 29 19.717                         | 77.808         | 78.375          | 51   | 28 55.968                         | 77.778         | 9.749           | 01   | 28 32.206                         | 77.748         | 41.124          | 51   | 28 8.432                          | 77.718         | 72.499          |
| 02   | 29 19.243                         | 77.742         | 73.006          | 52   | 28 55.492                         | 77.986         | 4.366           | 02   | 28 31.731                         | 77.682         | 35.755          | 52   | 28 7.956                          | 77.925         | 67.115          |
| 03   | 29 18.768                         | 77.676         | 67.637          | 53   | 28 55.017                         | 77.919         | 98.997          | 03   | 28 31.256                         | 77.615         | 30.386          | 53   | 28 7.481                          | 77.859         | 61.746          |
| 04   | 29 18.292                         | 77.883         | 62.253          | 54   | 28 54.543                         | 77.853         | 93.628          | 04   | 28 30.780                         | 77.823         | 25.002          | 54   | 28 7.005                          | 77.793         | 56.377          |
| 1605 | 29 17.818                         | 77.817         | 56.884          | 1655 | 28 54.068                         | 77.787         | 88.259          | 1705 | 28 30.305                         | 77.756         | 19.633          | 1755 | 28 6.530                          | 77.726         | 51.008          |
| 06   | 29 17.343                         | 77.751         | 51.515          | 56   | 28 53.591                         | 77.994         | 82.875          | 06   | 28 29.830                         | 77.690         | 14.264          | 56   | 28 6.053                          | 77.934         | 45.625          |
| 07   | 29 16.869                         | 77.684         | 46.146          | 57   | 28 53.117                         | 77.928         | 77.506          | 07   | 28 29.355                         | 77.624         | 8.895           | 57   | 28 5.578                          | 77.867         | 40.256          |
| 08   | 29 16.393                         | 77.892         | 40.763          | 58   | 28 52.642                         | 77.862         | 72.137          | 08   | 28 28.878                         | 77.831         | 3.512           | 58   | 28 5.103                          | 77.801         | 34.887          |
| 09   | 29 15.918                         | 77.825         | 35.394          | 59   | 28 52.167                         | 77.795         | 66.768          | 09   | 28 28.403                         | 77.765         | 98.143          | 59   | 28 4.627                          | 77.735         | 29.518          |
| 1610 | 29 15.444                         | 77.759         | 30.025          | 1660 | 28 51.691                         | 78.003         | 61.384          | 1710 | 28 27.928                         | 77.699         | 92.774          | 1760 | 28 4.151                          | 77.942         | 24.134          |
| 11   | 29 14.969                         | 77.693         | 24.656          | 61   | 28 51.216                         | 77.936         | 56.015          | 11   | 28 27.453                         | 77.632         | 87.405          | 61   | 28 3.676                          | 77.876         | 18.765          |
| 12   | 29 14.493                         | 77.900         | 19.272          | 62   | 28 50.741                         | 77.870         | 50.646          | 12   | 28 26.978                         | 77.840         | 82.001          | 62   | 28 3.200                          | 77.810         | 13.396          |
| 13   | 29 14.019                         | 77.834         | 13.903          | 63   | 28 50.266                         | 77.804         | 45.277          | 13   | 28 26.501                         | 77.773         | 76.652          | 63   | 28 2.725                          | 77.743         | 8.027           |
| 14   | 29 13.544                         | 77.768         | 8.534           | 64   | 28 49.790                         | 78.011         | 39.894          | 14   | 28 26.026                         | 77.707         | 71.283          | 64   | 28 2.248                          | 77.951         | 2.644           |
| 1615 | 29 13.069                         | 77.701         | 3.165           | 1665 | 28 49.315                         | 77.945         | 34.525          | 1715 | 28 25.551                         | 77.641         | 65.914          | 1765 | 28 1.773                          | 77.884         | 97.275          |
| 16   | 29 12.594                         | 77.909         | 97.781          | 66   | 28 48.841                         | 77.879         | 29.156          | 16   | 28 25.075                         | 77.848         | 60.531          | 66   | 28 1.298                          | 77.818         | 91.906          |
| 17   | 29 12.119                         | 77.843         | 92.412          | 67   | 28 48.366                         | 77.812         | 23.787          | 17   | 28 24.600                         | 77.782         | 55.162          | 67   | 28 0.822                          | 77.752         | 86.537          |
| 18   | 29 11.644                         | 77.776         | 87.043          | 68   | 28 47.889                         | 78.020         | 18.403          | 18   | 28 24.124                         | 77.716         | 49.793          | 68   | 28 0.346                          | 77.959         | 81.153          |
| 19   | 29 11.170                         | 77.710         | 81.674          | 69   | 28 47.415                         | 77.953         | 13.034          | 19   | 28 23.649                         | 77.649         | 44.424          | 69   | 27 59.870                         | 77.893         | 75.784          |
| 1620 | 29 10.694                         | 77.917         | 76.291          | 1670 | 28 46.940                         | 77.887         | 7.665           | 1720 | 28 23.173                         | 77.857         | 39.040          | 1770 | 27 59.395                         | 77.827         | 70.415          |
| 21   | 29 10.219                         | 77.851         | 70.922          | 71   | 28 46.465                         | 77.821         | 2.296           | 21   | 28 22.698                         | 77.791         | 33.671          | 71   | 27 58.920                         | 77.760         | 65.046          |
| 22   | 29 9.744                          | 77.785         | 65.553          | 72   | 28 45.989                         | 78.028         | 96.913          | 22   | 28 22.223                         | 77.724         | 28.302          | 72   | 27 58.443                         | 77.968         | 59.662          |
| 23   | 29 9.270                          | 77.718         | 60.184          | 73   | 28 45.514                         | 77.962         | 91.544          | 23   | 28 21.747                         | 77.658         | 22.933          | 73   | 27 57.968                         | 77.901         | 54.293          |
| 24   | 29 8.794                          | 77.926         | 54.800          | 74   | 28 45.039                         | 77.896         | 86.175          | 24   | 28 21.271                         | 77.365         | 17.549          | 74   | 27 57.492                         | 77.835         | 48.924          |
| 1625 | 29 8.319                          | 77.860         | 40.431          | 1675 | 28 44.564                         | 77.829         | 80.806          | 1725 | 28 20.796                         | 77.799         | 12.180          | 1775 | 27 57.017                         | 77.769         | 43.555          |
| 26   | 29 7.845                          | 77.793         | 44.062          | 76   | 28 44.088                         | 78.037         | 75.422          | 26   | 28 20.321                         | 77.733         | 6.811           | 76   | 27 56.540                         | 77.976         | 38.172          |
| 27   | 29 7.370                          | 77.727         | 38.693          | 77   | 28 43.613                         | 77.970         | 70.053          | 27   | 28 19.846                         | 77.666         | 1.442           | 77   | 27 56.065                         | 77.910         | 32.803          |
| 28   | 29 6.894                          | 77.934         | 33.309          | 78   | 28 43.138                         | 77.904         | 64.684          | 28   | 28 19.369                         | 77.874         | 96.059          | 78   | 27 55.590                         | 77.844         | 27.434          |
| 29   | 29 6.419                          | 77.868         | 27.940          | 79   | 28 42.663                         | 77.838         | 59.315          | 29   | 28 18.894                         | 77.808         | 90.690          | 79   | 27 55.114                         | 77.777         | 22.065          |
| 1630 | 29 5.945                          | 77.802         | 22.571          | 1680 | 28 42.186                         | 78.045         | 53.931          | 1730 | 28 18.419                         | 77.741         | 85.321          | 1780 | 27 54.637                         | 77.985         | 16.681          |
| 31   | 29 5.470                          | 77.736         | 17.202          | 81   | 28 41.712                         | 77.979         | 48.562          | 31   | 28 17.943                         | 77.675         | 79.952          | 81   | 27 54.162                         | 77.919         | 11.312          |
| 32   | 29 4.994                          | 77.943         | 11.819          | 82   | 28 41.237                         | 77.913         | 43.193          | 32   | 28 17.467                         | 77.882         | 74.568          | 82   | 27 53.687                         | 77.852         | 5.943           |
| 33   | 29 4.519                          | 77.777         | 6.450           | 83   | 28 40.762                         | 77.846         | 37.824          | 33   | 28 16.992                         | 77.816         | 69.199          | 83   | 27 53.211                         | 77.786         | 0.574           |
| 34   | 29 4.044                          | 77.810         | 1.081           | 84   | 28 40.285                         | 78.054         | 32.441          | 34   | 28 16.517                         | 77.750         | 63.830          | 84   | 27 52.735                         | 77.994         | 95.191          |
| 1635 | 29 3.570                          | 77.744         | 95.712          | 1685 | 28 39.810                         | 77.988         | 27.072          | 1735 | 28 16.041                         | 77.684         | 58.461          | 1785 | 27 52.259                         | 77.927         | 89.822          |
| 36   | 29 3.094                          | 77.952         | 90.328          | 86   | 28 39.335                         | 77.921         | 21.703          | 36   | 28 15.564                         | 77.891         | 53.078          | 86   | 27 51.784                         | 77.861         | 84.453          |
| 37   | 29 2.619                          | 77.885         | 84.959          | 87   | 28 38.860                         | 77.855         | 16.334          | 37   | 28 15.090                         | 77.825         | 47.709          | 87   | 27 51.308                         | 77.795         | 79.084          |
| 38   | 29 2.144                          | 77.819         | 79.590          | 88   | 28 38.384                         | 78.062         | 10.950          | 38   | 28 14.614                         | 77.758         | 42.340          | 88   | 27 50.832                         | 78.002         | 73.700          |
| 39   | 29 1.670                          | 77.753         | 74.221          | 89   | 28 37.909                         | 77.996         | 5.581           | 39   | 28 14.139                         | 77.692         | 36.971          | 89   | 27 50.356                         | 77.936         | 68.331          |
| 1640 | 29 1.193                          | 77.960         | 68.838          | 1690 | 28 37.434                         | 77.930         | 0.212           | 1740 | 28 13.663                         | 77.900         | 31.587          | 1790 | 27 49.881                         | 77.869         | 62.962          |
| 41   | 29 0.719                          | 77.894         | 63.469          | 91   | 28 36.959                         | 77.863         | 94.843          | 41   | 28 13.187                         | 77.833         | 26.218          | 91   | 27 49.405                         | 77.803         | 57.593          |
| 42   | 29 0.244                          | 77.827         | 58.100          | 92   | 28 36.483                         | 78.071         | 89.459          | 42   | 28 12.712                         | 77.767         | 20.849          | 92   | 27 48.929                         | 78.011         | 52.210          |
| 43   | 28 59.767                         | 77.761         | 52.731          | 93   | 28 36.008                         | 78.005         | 84.090          | 43   | 28 12.237                         | 77.701         | 15.480          | 93   | 27 48.453                         | 77.944         | 46.841          |
| 44   | 28 59.293                         | 77.969         | 47.347          | 94   | 28 35.533                         | 77.938         | 78.721          | 44   | 28 11.760                         | 77.908         | 10.096          | 94   | 27 47.978                         | 77.878         | 41.472          |
| 1645 | 28 58.818                         | 77.902         | 41.978          | 1695 | 28 35.058                         | 77.872         | 73.353          | 1745 | 28 11.285                         | 77.842         | 4.727           | 1795 | 27 47.502                         | 77.812         | 36.103          |
| 46   | 28 58.344                         | 77.836         | 36.609          | 96   | 28 34.581                         | 78.079         | 67.969          | 46   | 28 10.810                         | 77.775         | 99.358          | 96   | 27 47.026                         | 78.019         | 30.719          |
| 47   | 28 57.869                         | 77.770         | 31.240          | 97   | 28 34.106                         | 78.013         | 62.600          | 47   | 28 10.335                         | 77.709         | 93.989          | 97   | 27 46.550                         | 77.953         | 25.350          |
| 48   | 28 57.393                         | 77.977         | 25.856          | 98   | 28 33.631                         | 77.947         | 57.231          | 48   | 28 9.858                          | 77.917         | 88.606          | 98   | 27 46.075                         | 77.886         | 19.981          |
| 49   | 28 56.918                         | 77.911         | 20.487          | 99   | 28 33.156                         | 77.881         | 51.862          | 49   | 28 9.383                          | 77.850         | 83.237          | 99   | 27 45.599                         | 77.820         | 14.612          |

| Greenwich  | 0 <sup>h</sup> | 0 <sup>h</sup> 00 | 0.000  | 0.000  | 0.1 | 0 <sup>h</sup> 00 | 0.027 | -0.001 |
|------------|----------------|-------------------|--------|--------|-----|-------------------|-------|--------|
|            | 12             | -0.001            | 0.137  | 99.993 | 0.2 | 0.000             | 0.055 | -0.003 |
| Paris      | 0              | 0.000             | 99.998 | 0.000  | 0.3 | 0.000             | 0.082 | -0.004 |
|            | 12             | -0.001            | 0.135  | 99.993 | 0.4 | -0.001            | 0.110 | -0.006 |
| Berlin     | 0              | 0.000             | 99.990 | 0.001  | 0.5 | -0.001            | 0.137 | -0.007 |
|            | 12             | -0.001            | 0.127  | 99.993 | 0.6 | -0.001            | 0.164 | -0.009 |
| Washington | 0              | 0.000             | 0.059  | 99.997 | 0.7 | -0.001            | 0.192 | -0.010 |
|            | 12             | -0.001            | 0.196  | 99.999 | 0.8 | -0.001            | 0.219 | -0.012 |
|            |                |                   |        |        | 0.9 | -0.001            | 0.246 | -0.013 |

Tafel XA.

| Jahr   | ( $\varepsilon - 10''5$ ) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> | III <sub>a</sub> | IV <sub>a</sub> | V <sub>a</sub> | VI <sub>a</sub> | VII <sub>a</sub> | VIII <sub>a</sub> | IX <sub>a</sub> | X <sub>a</sub> | XI <sub>a</sub> | XII <sub>a</sub> | XIII <sub>a</sub> | XIV <sub>a</sub> |
|--------|----------------------------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1800   | 23°27'45"124                           | 77.754         | 9.243           | 86.5             | 30.6            | 77.3           | 17.2            | 1                | 46                | 56              | 31             | 40              | 79               | 16                | 87               |
| 01     | 27 44.648                              | 77.688         | 3.874           | 58.4             | 55.3            | 54.5           | 13.7            | 95               | 52                | 3               | 3              | 59              | 49               | 44                | 6                |
| 02     | 27 44.173                              | 77.621         | 98.505          | 30.3             | 79.9            | 31.8           | 10.2            | 90               | 57                | 50              | 75             | 78              | 19               | 72                | 25               |
| 03     | 27 43.697                              | 77.555         | 93.136          | 2.2              | 4.6             | 9.0            | 6.7             | 85               | 62                | 98              | 47             | 98              | 89               | 0                 | 45               |
| S 04   | 27 43.221                              | 77.762         | 87.753          | 81.4             | 32.9            | 93.6           | 14.2            | 86               | 68                | 48              | 26             | 21              | 55               | 28                | 74               |
| 1805   | 27 42.745                              | 77.696         | 82.384          | 53.2             | 57.5            | 70.9           | 10.7            | 81               | 73                | 96              | 98             | 40              | 25               | 56                | 94               |
| 06     | 27 42.270                              | 77.630         | 77.015          | 25.1             | 82.1            | 48.1           | 7.3             | 75               | 78                | 43              | 70             | 59              | 95               | 84                | 13               |
| 07     | 27 41.794                              | 77.563         | 71.646          | 97.0             | 6.8             | 25.3           | 3.8             | 70               | 83                | 90              | 42             | 78              | 65               | 12                | 32               |
| S 08   | 27 41.317                              | 77.771         | 66.262          | 76.2             | 35.1            | 9.9            | 11.3            | 71               | 89                | 41              | 21             | 1               | 31               | 40                | 62               |
| 09     | 27 40.842                              | 77.705         | 60.893          | 48.1             | 59.7            | 87.2           | 7.8             | 66               | 95                | 88              | 93             | 21              | 1                | 68                | 81               |
| 1810   | 27 40.366                              | 77.638         | 55.524          | 20.0             | 84.4            | 64.4           | 4.3             | 61               | 0                 | 36              | 65             | 40              | 71               | 96                | 0                |
| 11     | 27 39.891                              | 77.572         | 50.155          | 91.8             | 9.0             | 41.7           | 0.8             | 55               | 5                 | 83              | 37             | 59              | 41               | 24                | 20               |
| S 12   | 27 39.414                              | 77.779         | 44.771          | 71.0             | 37.3            | 26.3           | 8.3             | 56               | 11                | 34              | 15             | 82              | 7                | 52                | 49               |
| 13     | 27 38.939                              | 77.713         | 39.403          | 42.9             | 61.9            | 3.5            | 4.8             | 51               | 16                | 81              | 87             | 1               | 77               | 80                | 68               |
| 14     | 27 38.463                              | 77.647         | 34.034          | 14.8             | 86.6            | 80.8           | 1.4             | 46               | 21                | 28              | 60             | 21              | 47               | 8                 | 88               |
| 1815   | 27 37.988                              | 77.581         | 28.665          | 86.7             | 11.2            | 58.0           | 97.9            | 41               | 26                | 75              | 32             | 40              | 17               | 36                | 7                |
| S 16   | 27 37.511                              | 77.788         | 23.281          | 65.9             | 39.5            | 42.6           | 5.4             | 42               | 32                | 26              | 10             | 63              | 84               | 64                | 37               |
| 17     | 27 37.035                              | 77.722         | 17.912          | 37.8             | 64.1            | 19.9           | 1.9             | 36               | 38                | 74              | 82             | 82              | 54               | 92                | 56               |
| 18     | 27 36.560                              | 77.655         | 12.543          | 9.6              | 88.8            | 97.1           | 98.4            | 31               | 43                | 21              | 54             | 1               | 24               | 20                | 75               |
| 19     | 27 36.084                              | 77.589         | 7.174           | 81.5             | 13.4            | 74.3           | 94.9            | 26               | 48                | 68              | 26             | 21              | 94               | 48                | 94               |
| S 1820 | 27 35.608                              | 77.797         | 1.790           | 60.7             | 41.7            | 58.9           | 2.4             | 27               | 54                | 19              | 5              | 43              | 60               | 76                | 24               |
| 21     | 27 35.132                              | 77.730         | 96.421          | 32.6             | 66.3            | 36.2           | 98.9            | 22               | 59                | 66              | 77             | 63              | 30               | 4                 | 43               |
| 22     | 27 34.656                              | 77.664         | 91.052          | 4.5              | 91.0            | 13.4           | 95.5            | 16               | 64                | 14              | 49             | 82              | 0                | 31                | 63               |
| 23     | 27 34.181                              | 77.598         | 85.684          | 76.4             | 15.6            | 90.7           | 92.0            | 11               | 70                | 61              | 21             | 1               | 70               | 59                | 82               |
| S 24   | 27 33.704                              | 77.805         | 80.300          | 55.6             | 43.9            | 75.3           | 99.5            | 12               | 75                | 12              | 0              | 24              | 36               | 87                | 12               |
| 1825   | 27 33.229                              | 77.739         | 74.931          | 27.4             | 68.5            | 52.5           | 96.0            | 7                | 81                | 59              | 72             | 43              | 6                | 15                | 31               |
| 26     | 27 32.753                              | 77.672         | 69.562          | 99.3             | 93.2            | 29.8           | 92.5            | 2                | 86                | 6               | 44             | 63              | 76               | 43                | 50               |
| 27     | 27 32.277                              | 77.606         | 64.193          | 71.2             | 17.8            | 7.0            | 89.0            | 96               | 91                | 53              | 16             | 82              | 46               | 71                | 69               |
| S 28   | 27 31.801                              | 77.814         | 58.809          | 50.4             | 46.1            | 91.6           | 96.5            | 97               | 97                | 4               | 95             | 5               | 13               | 99                | 99               |
| 29     | 27 31.325                              | 77.747         | 53.440          | 22.3             | 70.8            | 68.8           | 93.0            | 92               | 2                 | 52              | 67             | 24              | 83               | 27                | 18               |
| 1830   | 27 30.850                              | 77.681         | 48.071          | 94.2             | 95.4            | 46.1           | 89.6            | 87               | 7                 | 99              | 39             | 43              | 53               | 55                | 38               |
| 31     | 27 30.374                              | 77.615         | 42.702          | 66.0             | 20.0            | 23.3           | 86.1            | 82               | 13                | 46              | 11             | 63              | 23               | 83                | 57               |
| S 32   | 27 29.897                              | 77.822         | 37.319          | 45.3             | 48.3            | 7.9            | 93.6            | 83               | 18                | 97              | 90             | 86              | 89               | 11                | 87               |
| 33     | 27 29.422                              | 77.756         | 31.950          | 17.1             | 73.0            | 85.2           | 90.1            | 77               | 24                | 44              | 62             | 5               | 59               | 39                | 6                |
| 34     | 27 28.946                              | 77.689         | 26.581          | 89.0             | 97.6            | 62.4           | 86.6            | 72               | 29                | 91              | 34             | 24              | 29               | 67                | 25               |
| 1835   | 27 28.470                              | 77.623         | 21.212          | 60.9             | 22.3            | 39.7           | 83.1            | 67               | 34                | 39              | 6              | 43              | 99               | 95                | 44               |
| S 36   | 27 27.994                              | 77.831         | 15.828          | 40.1             | 50.5            | 24.3           | 90.6            | 68               | 40                | 90              | 84             | 66              | 65               | 23                | 74               |
| 37     | 27 27.518                              | 77.764         | 10.459          | 12.0             | 75.2            | 1.5            | 87.1            | 63               | 45                | 37              | 56             | 86              | 35               | 51                | 93               |
| 38     | 27 27.042                              | 77.698         | 5.090           | 83.9             | 99.8            | 78.8           | 83.7            | 57               | 50                | 84              | 28             | 5               | 5                | 79                | 12               |
| 39     | 27 26.567                              | 77.632         | 99.721          | 55.7             | 24.5            | 56.0           | 80.2            | 52               | 56                | 31              | 0              | 24              | 75               | 7                 | 32               |
| S 1840 | 27 26.090                              | 77.839         | 94.338          | 34.9             | 52.7            | 40.6           | 87.7            | 53               | 61                | 82              | 79             | 47              | 42               | 35                | 61               |
| 41     | 27 25.614                              | 77.773         | 88.969          | 6.8              | 77.4            | 17.8           | 84.2            | 48               | 67                | 29              | 51             | 66              | 12               | 63                | 81               |
| 42     | 27 25.139                              | 77.707         | 83.600          | 78.7             | 2.0             | 95.1           | 80.7            | 43               | 72                | 77              | 23             | 86              | 82               | 91                | 0                |
| 43     | 27 24.663                              | 77.640         | 78.231          | 50.6             | 26.7            | 72.3           | 77.3            | 37               | 77                | 24              | 95             | 5               | 52               | 19                | 19               |
| S 44   | 27 24.186                              | 77.848         | 72.847          | 29.8             | 54.9            | 56.9           | 84.7            | 38               | 83                | 75              | 74             | 28              | 18               | 47                | 49               |
| 1845   | 27 23.711                              | 77.781         | 67.478          | 1.7              | 79.6            | 34.2           | 81.3            | 33               | 88                | 22              | 46             | 47              | 88               | 75                | 68               |
| 46     | 27 23.235                              | 77.715         | 62.109          | 73.5             | 4.2             | 11.4           | 77.8            | 28               | 93                | 69              | 18             | 66              | 58               | 3                 | 87               |
| 47     | 27 22.759                              | 77.649         | 56.740          | 45.4             | 28.9            | 88.7           | 74.3            | 22               | 99                | 17              | 90             | 86              | 28               | 31                | 7                |
| S 48   | 27 22.283                              | 77.856         | 51.357          | 24.6             | 57.2            | 73.3           | 81.8            | 23               | 4                 | 67              | 69             | 9               | 94               | 59                | 36               |
| 49     | 27 21.807                              | 77.790         | 45.988          | 96.5             | 81.8            | 50.5           | 78.3            | 18               | 10                | 15              | 41             | 28              | 64               | 87                | 56               |

|                 |    |         |        |        |      |      |      |      |   |   |   |   |   |    |   |
|-----------------|----|---------|--------|--------|------|------|------|------|---|---|---|---|---|----|---|
| Green-<br>wich  | 0h | 0°000   | 0.000  | 0.000  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 |
|                 | 12 | — 0.001 | 0.137  | 99.993 | 3.7  | 1.8  | 3.7  | 5.5  | 3 | 0 | 2 | 3 | 2 | 98 | 0 |
| Paris           | 0  | 0.000   | 99.998 | 0.000  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 99.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 |
|                 | 12 | — 0.001 | 0.135  | 99.993 | 3.6  | 1.8  | 3.6  | 5.4  | 3 | 0 | 2 | 3 | 2 | 98 | 0 |
| Berlin          | 0  | 0.000   | 99.990 | 0.001  | 99.7 | 99.9 | 99.7 | 99.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 |
|                 | 12 | — 0.001 | 0.127  | 99.993 | 3.4  | 1.7  | 3.4  | 5.1  | 3 | 0 | 2 | 3 | 2 | 98 | 0 |
| Wa-<br>shington | 0  | 0.000   | 0.059  | 99.997 | 1.6  | 0.8  | 1.6  | 2.3  | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 99 | 0 |
|                 | 12 | — 0.001 | 0.196  | 99.990 | 5.2  | 2.6  | 5.2  | 7.8  | 4 | 0 | 3 | 5 | 3 | 97 | 0 |

Tafel XA.

| Jahr | (E—10"5) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> | III <sub>a</sub> | IV <sub>a</sub> | V <sub>a</sub> | VI <sub>a</sub> | VII <sub>a</sub> | VIII <sub>a</sub> | IX <sub>a</sub> | X <sub>a</sub> | XI <sub>a</sub> | XII <sub>a</sub> | XIII <sub>a</sub> | XIV <sub>a</sub> |
|------|-----------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1850 | 23°27'21"331          | 77.724         | 40.619          | 68.4             | 6.4             | 27.8           | 74.8            | 13               | 15                | 62              | 13             | 47              | 34               | 15                | 75               |
| 51   | 27 20.856             | 77.657         | 35.250          | 40.3             | 31.1            | 5.0            | 71.4            | 8                | 20                | 9               | 85             | 66              | 4                | 43                | 94               |
| 52   | 27 20.379             | 77.865         | 29.866          | 19.5             | 59.4            | 89.6           | 78.8            | 9                | 26                | 60              | 64             | 89              | 70               | 71                | 24               |
| 53   | 27 19.903             | 77.799         | 24.497          | 91.3             | 84.0            | 66.8           | 75.4            | 3                | 31                | 7               | 36             | 9               | 40               | 99                | 43               |
| 54   | 27 19.428             | 77.732         | 19.128          | 63.2             | 8.7             | 44.1           | 71.9            | 98               | 36                | 55              | 8              | 28              | 10               | 27                | 62               |
| 1855 | 27 18.952             | 77.666         | 13.759          | 35.1             | 33.3            | 21.3           | 68.4            | 93               | 42                | 2               | 80             | 47              | 80               | 55                | 82               |
| 56   | 27 18.475             | 77.873         | 8.376           | 14.3             | 61.6            | 5.9            | 75.9            | 94               | 47                | 53              | 59             | 70              | 47               | 83                | 11               |
| 57   | 27 17.999             | 77.807         | 3.007           | 86.2             | 86.2            | 83.2           | 72.4            | 89               | 53                | 0               | 31             | 89              | 17               | 11                | 31               |
| 58   | 27 17.524             | 77.741         | 97.638          | 58.1             | 10.9            | 60.4           | 68.9            | 83               | 58                | 47              | 3              | 9               | 87               | 39                | 50               |
| 59   | 27 17.048             | 77.674         | 92.269          | 29.9             | 35.5            | 37.7           | 65.5            | 78               | 63                | 94              | 75             | 28              | 57               | 67                | 69               |
| 1860 | 27 16.571             | 77.882         | 86.885          | 9.1              | 63.8            | 22.2           | 72.9            | 79               | 69                | 45              | 53             | 51              | 23               | 95                | 99               |
| 61   | 27 16.095             | 77.816         | 81.516          | 81.0             | 88.4            | 99.5           | 69.5            | 74               | 74                | 93              | 25             | 70              | 93               | 23                | 18               |
| 62   | 27 15.620             | 77.749         | 76.147          | 52.9             | 13.1            | 76.8           | 66.0            | 69               | 79                | 40              | 97             | 89              | 63               | 51                | 37               |
| 63   | 27 15.144             | 77.683         | 70.778          | 24.8             | 37.7            | 54.0           | 62.5            | 63               | 85                | 87              | 69             | 9               | 33               | 79                | 56               |
| 64   | 27 14.667             | 77.890         | 65.395          | 4.0              | 66.0            | 38.6           | 70.0            | 64               | 90                | 38              | 48             | 31              | 99               | 7                 | 86               |
| 1865 | 27 14.192             | 77.824         | 60.026          | 75.9             | 90.6            | 15.8           | 66.5            | 59               | 96                | 85              | 20             | 51              | 69               | 35                | 5                |
| 66   | 27 13.716             | 77.758         | 54.657          | 47.7             | 15.3            | 93.1           | 63.0            | 54               | 1                 | 32              | 92             | 70              | 39               | 63                | 25               |
| 67   | 27 13.240             | 77.692         | 49.288          | 19.6             | 39.9            | 70.3           | 59.6            | 49               | 6                 | 80              | 64             | 89              | 9                | 90                | 44               |
| 68   | 27 12.763             | 77.899         | 43.904          | 98.8             | 68.2            | 54.9           | 67.0            | 50               | 12                | 31              | 43             | 12              | 76               | 19                | 74               |
| 69   | 27 12.288             | 77.833         | 38.535          | 70.7             | 92.9            | 32.2           | 63.6            | 44               | 17                | 78              | 15             | 31              | 46               | 46                | 93               |
| 1870 | 27 11.812             | 77.766         | 33.166          | 42.6             | 17.5            | 9.4            | 60.1            | 39               | 22                | 25              | 87             | 51              | 16               | 74                | 12               |
| 71   | 27 11.336             | 77.700         | 27.797          | 14.5             | 42.1            | 86.7           | 56.6            | 34               | 28                | 72              | 59             | 70              | 86               | 2                 | 31               |
| 72   | 27 10.859             | 77.908         | 22.413          | 93.7             | 70.4            | 71.3           | 64.1            | 35               | 33                | 23              | 38             | 93              | 52               | 30                | 61               |
| 73   | 27 10.384             | 77.841         | 17.045          | 65.6             | 95.1            | 48.5           | 60.6            | 30               | 39                | 70              | 10             | 12              | 22               | 58                | 80               |
| 74   | 27 9.908              | 77.775         | 11.676          | 37.4             | 19.7            | 25.8           | 57.1            | 24               | 44                | 18              | 82             | 31              | 92               | 86                | 0                |
| 1875 | 27 9.432              | 77.709         | 6.307           | 9.3              | 44.4            | 3.0            | 53.7            | 19               | 49                | 65              | 54             | 51              | 62               | 14                | 19               |
| 76   | 27 8.955              | 77.916         | 0.923           | 88.5             | 72.6            | 87.6           | 61.1            | 20               | 55                | 16              | 33             | 74              | 28               | 42                | 49               |
| 77   | 27 8.480              | 77.850         | 95.554          | 60.4             | 97.3            | 64.8           | 57.7            | 15               | 60                | 63              | 5              | 93              | 98               | 70                | 68               |
| 78   | 27 8.004              | 77.783         | 90.185          | 32.3             | 21.9            | 42.1           | 54.2            | 10               | 65                | 10              | 77             | 12              | 68               | 98                | 87               |
| 79   | 27 7.528              | 77.717         | 84.816          | 4.2              | 46.6            | 19.3           | 50.7            | 4                | 71                | 58              | 49             | 31              | 38               | 26                | 6                |
| 1880 | 27 7.051              | 77.925         | 79.432          | 83.4             | 74.8            | 3.9            | 58.2            | 5                | 76                | 9               | 28             | 54              | 5                | 54                | 36               |
| 81   | 27 6.576              | 77.858         | 74.064          | 55.2             | 99.5            | 81.2           | 54.7            | 0                | 82                | 56              | 0              | 74              | 75               | 82                | 55               |
| 82   | 27 6.100              | 77.792         | 68.695          | 27.1             | 24.1            | 58.4           | 51.2            | 95               | 87                | 3               | 72             | 93              | 45               | 10                | 75               |
| 83   | 27 5.624              | 77.726         | 63.326          | 99.0             | 48.8            | 35.7           | 47.8            | 90               | 92                | 50              | 44             | 12              | 15               | 38                | 94               |
| 84   | 27 5.147              | 77.933         | 57.942          | 78.2             | 77.0            | 20.3           | 55.2            | 91               | 98                | 1               | 22             | 35              | 81               | 66                | 24               |
| 1885 | 27 4.671              | 77.867         | 52.573          | 50.1             | 1.7             | 97.5           | 51.8            | 85               | 3                 | 48              | 94             | 54              | 51               | 94                | 43               |
| 86   | 27 4.196              | 77.801         | 47.204          | 22.0             | 26.3            | 74.8           | 48.3            | 80               | 8                 | 96              | 66             | 74              | 21               | 22                | 62               |
| 87   | 27 3.720              | 77.734         | 41.835          | 93.8             | 51.0            | 52.0           | 44.8            | 75               | 14                | 43              | 38             | 93              | 91               | 50                | 81               |
| 88   | 27 3.243              | 77.942         | 36.451          | 73.0             | 79.3            | 36.6           | 52.3            | 76               | 19                | 94              | 17             | 16              | 57               | 78                | 11               |
| 89   | 27 2.767              | 77.875         | 31.082          | 44.9             | 3.9             | 13.8           | 48.8            | 71               | 25                | 41              | 89             | 35              | 27               | 6                 | 30               |
| 1890 | 27 2.292              | 77.809         | 25.714          | 16.8             | 28.5            | 91.1           | 45.3            | 65               | 30                | 88              | 61             | 54              | 97               | 34                | 49               |
| 91   | 27 1.816              | 77.743         | 20.345          | 88.7             | 53.2            | 68.3           | 41.9            | 60               | 35                | 35              | 33             | 74              | 67               | 62                | 69               |
| 92   | 27 1.339              | 77.950         | 14.961          | 67.9             | 81.5            | 52.9           | 49.3            | 61               | 41                | 86              | 12             | 96              | 33               | 90                | 98               |
| 93   | 27 0.863              | 77.884         | 9.592           | 39.8             | 6.1             | 30.2           | 45.9            | 56               | 46                | 34              | 84             | 16              | 3                | 18                | 18               |
| 94   | 27 0.387              | 77.818         | 4.223           | 11.6             | 30.8            | 7.4            | 42.4            | 51               | 51                | 81              | 56             | 35              | 73               | 46                | 37               |
| 1895 | 26 59.912             | 77.751         | 98.854          | 83.5             | 55.4            | 84.7           | 38.9            | 45               | 57                | 28              | 28             | 54              | 43               | 74                | 56               |
| 96   | 26 59.435             | 77.959         | 93.470          | 62.7             | 83.7            | 69.3           | 46.4            | 46               | 62                | 79              | 7              | 77              | 10               | 2                 | 86               |
| 97   | 26 58.959             | 77.893         | 88.101          | 34.6             | 8.3             | 46.5           | 42.9            | 41               | 68                | 26              | 79             | 96              | 80               | 30                | 5                |
| 98   | 26 58.483             | 77.826         | 82.733          | 6.5              | 33.0            | 23.8           | 39.5            | 36               | 73                | 74              | 51             | 16              | 50               | 58                | 24               |
| 99   | 26 58.007             | 77.760         | 77.364          | 78.4             | 57.6            | 1.0            | 36.0            | 30               | 78                | 21              | 23             | 35              | 20               | 86                | 44               |

| Tagesbruchtheile | 0"000  | 0.027 | —0.001 | 0.7 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 0 | 1 |
|------------------|--------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|---|----|---|---|
| 0.2              | 0.000  | 0.055 | —0.003 | 1.5 | 0.7 | 1.5 | 2.2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | —1 | 0 | 2 |
| 0.3              | 0.000  | 0.082 | —0.004 | 2.2 | 1.1 | 2.2 | 3.3 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | —1 | 0 | 3 |
| 0.4              | —0.001 | 0.110 | —0.006 | 2.9 | 1.5 | 2.9 | 4.4 | 3 | 0 | 1 | 3 | 1 | —1 | 0 | 4 |
| 0.5              | —0.001 | 0.137 | —0.007 | 3.7 | 1.8 | 3.7 | 5.5 | 3 | 0 | 2 | 3 | 2 | —2 | 0 | 5 |
| 0.6              | —0.001 | 0.164 | —0.009 | 4.4 | 2.2 | 4.4 | 6.6 | 4 | 0 | 2 | 4 | 2 | —2 | 0 | 6 |
| 0.7              | —0.001 | 0.192 | —0.010 | 5.1 | 2.5 | 5.1 | 7.7 | 4 | 0 | 3 | 5 | 3 | —3 | 0 | 7 |
| 0.8              | —0.001 | 0.219 | —0.012 | 5.9 | 2.9 | 5.9 | 8.8 | 5 | 0 | 3 | 5 | 3 | —3 | 0 | 8 |
| 0.9              | —0.001 | 0.246 | —0.013 | 6.6 | 3.3 | 6.6 | 9.9 | 6 | 1 | 3 | 6 | 2 | —3 | 0 | 9 |

Tafel XA.

| Jahr   | ( $t-10''5$ ) <sub>u</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> | III <sub>a</sub> | IV <sub>a</sub> | V <sub>a</sub> | VI <sub>a</sub> | VII <sub>a</sub> | VIII <sub>a</sub> | IX <sub>a</sub> | X <sub>a</sub> | XI <sub>a</sub> | XII <sub>a</sub> | XIII <sub>a</sub> | XIV <sub>a</sub> |
|--------|----------------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1900   | 23 <sup>0</sup> 26'57"532  | 77.694         | 71.995          | 50.2             | 82.3            | 78.3           | 32.5            | 25               | 83                | 68              | 95             | 54              | 90               | 14                | 63               |
| 01     | 26 57.056                  | 77.627         | 66.626          | 22.1             | 6.9             | 55.5           | 29.0            | 20               | 89                | 15              | 67             | 74              | 60               | 42                | 82               |
| 02     | 26 56.580                  | 77.561         | 61.257          | 94.0             | 31.5            | 32.8           | 25.6            | 15               | 94                | 62              | 39             | 93              | 30               | 70                | 1                |
| 03     | 26 56.104                  | 77.495         | 55.888          | 65.9             | 56.2            | 10.0           | 22.1            | 9                | 99                | 10              | 11             | 12              | 0                | 98                | 21               |
| S 04   | 26 55.627                  | 77.702         | 50.504          | 45.1             | 84.5            | 94.6           | 29.6            | 10               | 5                 | 61              | 90             | 35              | 66               | 26                | 50               |
| 1905   | 26 55.152                  | 77.636         | 45.135          | 17.0             | 9.1             | 71.8           | 26.1            | 5                | 10                | 8               | 62             | 54              | 36               | 54                | 70               |
| 06     | 26 54.676                  | 77.570         | 39.766          | 88.9             | 33.8            | 49.1           | 22.6            | 0                | 15                | 55              | 34             | 74              | 6                | 82                | 89               |
| 07     | 26 54.200                  | 77.503         | 34.397          | 60.7             | 58.4            | 26.3           | 19.1            | 95               | 21                | 2               | 6              | 93              | 76               | 10                | 8                |
| S 08   | 26 53.723                  | 77.711         | 29.014          | 39.9             | 86.7            | 10.9           | 26.6            | 96               | 26                | 53              | 85             | 16              | 42               | 38                | 38               |
| 09     | 26 53.247                  | 77.644         | 23.645          | 11.8             | 11.3            | 88.2           | 23.1            | 90               | 32                | 0               | 57             | 35              | 12               | 66                | 57               |
| 1910   | 26 52.771                  | 77.578         | 18.276          | 83.7             | 36.0            | 65.4           | 19.7            | 85               | 37                | 48              | 29             | 54              | 82               | 93                | 76               |
| 11     | 26 52.296                  | 77.512         | 12.907          | 55.6             | 60.6            | 42.7           | 16.2            | 80               | 42                | 95              | 1              | 74              | 52               | 21                | 96               |
| S 12   | 26 51.819                  | 77.719         | 7.523           | 34.8             | 88.9            | 27.3           | 23.7            | 81               | 48                | 46              | 79             | 96              | 19               | 49                | 25               |
| 13     | 26 51.343                  | 77.653         | 2.154           | 6.7              | 13.5            | 4.5            | 20.2            | 76               | 53                | 93              | 51             | 16              | 89               | 77                | 44               |
| 14     | 26 50.867                  | 77.587         | 96.785          | 78.5             | 38.2            | 81.8           | 16.7            | 70               | 58                | 40              | 23             | 35              | 59               | 5                 | 64               |
| 1915   | 26 50.391                  | 77.520         | 91.416          | 50.4             | 62.8            | 59.0           | 13.2            | 65               | 64                | 88              | 95             | 54              | 29               | 33                | 83               |
| S 16   | 26 49.914                  | 77.728         | 86.033          | 29.6             | 91.1            | 43.6           | 20.7            | 66               | 69                | 39              | 74             | 77              | 95               | 61                | 13               |
| 17     | 26 49.438                  | 77.661         | 80.664          | 1.5              | 15.7            | 20.8           | 17.2            | 61               | 75                | 86              | 46             | 96              | 65               | 89                | 32               |
| 18     | 26 48.963                  | 77.595         | 75.295          | 73.4             | 40.4            | 98.1           | 13.8            | 56               | 80                | 33              | 18             | 16              | 35               | 17                | 51               |
| 19     | 26 48.487                  | 77.529         | 69.926          | 45.3             | 65.0            | 75.3           | 10.3            | 50               | 85                | 80              | 90             | 35              | 5                | 45                | 70               |
| S 1920 | 26 48.010                  | 77.736         | 64.542          | 24.5             | 93.3            | 59.9           | 17.8            | 51               | 91                | 31              | 69             | 58              | 71               | 73                | 0                |
| 21     | 26 47.534                  | 77.670         | 59.173          | 96.3             | 17.9            | 37.2           | 14.3            | 46               | 96                | 78              | 41             | 77              | 41               | 1                 | 19               |
| 22     | 26 47.058                  | 77.604         | 53.804          | 68.2             | 42.6            | 14.4           | 10.8            | 41               | 1                 | 26              | 13             | 96              | 11               | 29                | 39               |
| 23     | 26 46.582                  | 77.537         | 48.435          | 40.1             | 67.2            | 91.7           | 7.3             | 36               | 7                 | 73              | 85             | 16              | 81               | 57                | 58               |
| S 24   | 26 46.105                  | 77.745         | 43.052          | 19.3             | 95.5            | 76.2           | 14.8            | 37               | 12                | 24              | 64             | 39              | 48               | 85                | 88               |
| 1925   | 26 45.630                  | 77.679         | 37.683          | 91.2             | 20.2            | 53.5           | 11.3            | 31               | 18                | 71              | 36             | 58              | 18               | 13                | 7                |
| 26     | 26 45.154                  | 77.612         | 32.314          | 63.1             | 44.8            | 30.7           | 7.9             | 26               | 23                | 18              | 8              | 77              | 88               | 41                | 26               |
| 27     | 26 44.678                  | 77.546         | 26.945          | 34.9             | 69.4            | 8.0            | 4.4             | 21               | 28                | 65              | 80             | 96              | 57               | 69                | 45               |
| S 28   | 26 44.201                  | 77.753         | 21.561          | 14.1             | 97.7            | 92.6           | 11.9            | 22               | 34                | 16              | 59             | 19              | 24               | 97                | 75               |
| 29     | 26 43.725                  | 77.687         | 16.192          | 86.0             | 22.4            | 69.8           | 8.4             | 17               | 39                | 64              | 31             | 39              | 94               | 25                | 94               |
| 1930   | 26 43.249                  | 77.621         | 10.823          | 57.9             | 47.0            | 47.1           | 4.9             | 11               | 44                | 11              | 3              | 58              | 64               | 53                | 14               |
| 31     | 26 42.773                  | 77.554         | 5.454           | 29.8             | 71.7            | 24.3           | 1.4             | 6                | 50                | 58              | 75             | 77              | 34               | 81                | 33               |
| S 32   | 26 42.296                  | 77.762         | 0.071           | 9.0              | 99.9            | 8.9            | 8.9             | 7                | 55                | 9               | 53             | 0               | 0                | 9                 | 63               |
| 33     | 26 41.821                  | 77.696         | 94.702          | 80.9             | 24.6            | 86.2           | 5.4             | 2                | 61                | 56              | 25             | 19              | 70               | 37                | 82               |
| 34     | 26 41.345                  | 77.629         | 89.333          | 52.7             | 49.2            | 63.4           | 2.0             | 97               | 66                | 4               | 97             | 39              | 40               | 65                | 1                |
| 1935   | 26 40.869                  | 77.563         | 83.964          | 24.6             | 73.9            | 40.7           | 98.5            | 91               | 71                | 51              | 70             | 58              | 10               | 93                | 20               |
| S 36   | 26 40.392                  | 77.771         | 78.580          | 3.8              | 2.1             | 25.2           | 6.0             | 92               | 77                | 2               | 48             | 81              | 76               | 21                | 50               |
| 37     | 26 39.916                  | 77.704         | 73.211          | 75.7             | 26.8            | 2.5            | 2.5             | 87               | 82                | 49              | 20             | 0               | 46               | 49                | 69               |
| 38     | 26 39.440                  | 77.638         | 67.842          | 47.6             | 51.4            | 79.7           | 99.0            | 82               | 87                | 96              | 92             | 19              | 16               | 77                | 88               |
| 39     | 26 38.964                  | 77.572         | 62.473          | 19.5             | 76.1            | 57.0           | 95.5            | 76               | 93                | 43              | 64             | 39              | 86               | 5                 | 8                |
| S 1940 | 26 38.487                  | 77.779         | 57.090          | 98.7             | 4.4             | 41.6           | 3.0             | 78               | 98                | 94              | 43             | 61              | 53               | 33                | 37               |
| 41     | 26 38.011                  | 77.713         | 51.721          | 70.6             | 29.0            | 18.8           | 99.5            | 72               | 4                 | 42              | 15             | 81              | 23               | 61                | 57               |
| 42     | 26 37.536                  | 77.646         | 46.352          | 42.4             | 53.6            | 96.1           | 96.1            | 67               | 9                 | 89              | 87             | 0               | 93               | 89                | 76               |
| 43     | 26 37.060                  | 77.580         | 40.983          | 14.3             | 78.3            | 73.3           | 92.6            | 62               | 14                | 36              | 59             | 19              | 63               | 17                | 95               |
| S 44   | 26 36.583                  | 77.788         | 35.599          | 93.5             | 6.6             | 57.9           | 0.1             | 63               | 20                | 87              | 38             | 42              | 29               | 45                | 25               |
| 1945   | 26 36.107                  | 77.721         | 30.230          | 65.4             | 31.2            | 35.2           | 96.6            | 57               | 25                | 34              | 10             | 61              | 99               | 73                | 44               |
| 46     | 26 35.631                  | 77.655         | 24.861          | 37.3             | 55.9            | 12.4           | 93.1            | 52               | 30                | 81              | 82             | 81              | 69               | 1                 | 63               |
| 47     | 26 35.155                  | 77.589         | 19.492          | 9.2              | 80.5            | 89.7           | 89.6            | 47               | 36                | 29              | 54             | 0               | 39               | 29                | 83               |
| S 48   | 26 34.678                  | 77.796         | 14.109          | 88.4             | 8.8             | 74.2           | 97.1            | 48               | 41                | 80              | 33             | 23              | 5                | 57                | 12               |
| 49     | 26 34.202                  | 77.730         | 8.740           | 60.2             | 33.4            | 51.5           | 93.7            | 43               | 47                | 27              | 5              | 42              | 75               | 85                | 32               |

|                 |                |                    |        |        |      |      |      |      |   |   |   |   |    |    |   |
|-----------------|----------------|--------------------|--------|--------|------|------|------|------|---|---|---|---|----|----|---|
| Green-<br>wich  | 0 <sup>h</sup> | 0 <sup>m</sup> 000 | 0.000  | 0.000  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0 |
| 12              | — 0.001        | 0.137              | 99.993 | 3.7    | 1.8  | 3.7  | 5.5  | 3    | 0 | 2 | 3 | 2 | 98 | 0  | 5 |
| Paris           | 0              | 0.000              | 99.998 | 0.000  | 0.0  | 0.0  | 99.9 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0 |
| 12              | — 0.001        | 0.135              | 99.993 | 3.6    | 1.8  | 3.6  | 5.4  | 3    | 0 | 2 | 3 | 2 | 98 | 0  | 5 |
| Berlin          | 0              | 0.000              | 99.990 | 0.001  | 99.7 | 99.9 | 99.7 | 99.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0 |
| 12              | — 0.001        | 0.127              | 99.993 | 3.4    | 1.7  | 3.4  | 5.1  | 3    | 0 | 2 | 3 | 2 | 98 | 0  | 5 |
| Wa-<br>shington | 0              | 0.000              | 0.059  | 99.997 | 1.6  | 0.8  | 1.6  | 2.3  | 1 | 0 | 1 | 1 | 1  | 99 | 0 |
| 12              | — 0.001        | 0.196              | 99.990 | 5.2    | 2.6  | 5.2  | 7.8  | 4    | 0 | 3 | 5 | 3 | 97 | 0  | 7 |

Tafel XA.

| Jahr | ( $\epsilon-10''5$ ) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> | III <sub>a</sub> | IV <sub>a</sub> | V <sub>a</sub> | VI <sub>a</sub> | VII <sub>a</sub> | VIII <sub>a</sub> | IX <sub>a</sub> | X <sub>a</sub> | XI <sub>a</sub> | XII <sub>a</sub> | XIII <sub>a</sub> | XIV <sub>a</sub> |
|------|-----------------------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1950 | 23°26'33"726                      | 77.664         | 3.371           | 32.1             | 58.1            | 28.7           | 90.2            | 37               | 52                | 74              | 77             | 61              | 45               | 13                | 51               |
| 51   | 26 33.250                         | 77.597         | 98.002          | 4.0              | 82.7            | 6.0            | 86.7            | 32               | 57                | 21              | 49             | 81              | 15               | 41                | 70               |
| 52   | 26 32.773                         | 77.805         | 92.618          | 83.2             | 11.0            | 90.6           | 94.2            | 33               | 63                | 72              | 28             | 4               | 82               | 69                | 0                |
| 53   | 26 32.298                         | 77.738         | 87.249          | 55.1             | 35.6            | 67.8           | 90.7            | 28               | 68                | 19              | 0              | 23              | 52               | 97                | 19               |
| 54   | 26 31.822                         | 77.672         | 81.880          | 27.0             | 60.3            | 45.1           | 87.2            | 23               | 73                | 67              | 72             | 42              | 22               | 25                | 38               |
| 1955 | 26 31.346                         | 77.606         | 76.511          | 98.8             | 84.9            | 22.3           | 83.8            | 17               | 79                | 14              | 44             | 61              | 92               | 52                | 58               |
| 56   | 26 30.870                         | 77.813         | 71.128          | 78.0             | 13.2            | 6.9            | 91.2            | 18               | 84                | 65              | 22             | 84              | 58               | 81                | 87               |
| 57   | 26 30.393                         | 77.747         | 65.759          | 49.9             | 37.8            | 84.2           | 87.8            | 13               | 90                | 12              | 94             | 4               | 28               | 8                 | 7                |
| 58   | 26 29.917                         | 77.681         | 60.390          | 21.8             | 62.5            | 61.4           | 84.3            | 8                | 95                | 59              | 66             | 23              | 98               | 36                | 26               |
| 59   | 26 29.441                         | 77.614         | 55.021          | 93.7             | 87.1            | 38.7           | 80.8            | 3                | 0                 | 7               | 38             | 42              | 68               | 64                | 45               |
| 1960 | 26 28.964                         | 77.822         | 49.637          | 72.9             | 15.4            | 23.2           | 88.3            | 4                | 6                 | 57              | 17             | 65              | 34               | 92                | 75               |
| 61   | 26 28.488                         | 77.755         | 44.268          | 44.8             | 40.0            | 0.5            | 84.8            | 98               | 11                | 5               | 89             | 84              | 4                | 20                | 94               |
| 62   | 26 28.012                         | 77.689         | 38.899          | 16.6             | 64.7            | 77.7           | 81.3            | 93               | 16                | 52              | 61             | 4               | 74               | 48                | 13               |
| 63   | 26 27.536                         | 77.623         | 33.530          | 88.5             | 89.3            | 55.0           | 77.9            | 88               | 22                | 99              | 33             | 23              | 44               | 76                | 32               |
| 64   | 26 27.059                         | 77.830         | 28.147          | 67.7             | 17.6            | 39.6           | 85.3            | 89               | 28                | 50              | 12             | 46              | 11               | 4                 | 62               |
| 1965 | 26 26.583                         | 77.764         | 22.778          | 39.6             | 42.3            | 16.8           | 81.9            | 84               | 33                | 97              | 84             | 65              | 81               | 32                | 81               |
| 66   | 26 26.108                         | 77.698         | 17.409          | 11.5             | 66.9            | 94.1           | 78.4            | 78               | 38                | 45              | 56             | 84              | 51               | 60                | 1                |
| 67   | 26 25.632                         | 77.631         | 12.040          | 83.4             | 91.5            | 71.3           | 74.9            | 73               | 43                | 92              | 28             | 4               | 20               | 88                | 20               |
| 68   | 26 25.154                         | 77.839         | 6.656           | 62.6             | 19.8            | 55.9           | 82.4            | 74               | 49                | 43              | 7              | 26              | 87               | 16                | 50               |
| 69   | 26 24.679                         | 77.773         | 1.287           | 34.4             | 44.5            | 33.2           | 78.9            | 69               | 54                | 90              | 79             | 46              | 57               | 44                | 69               |
| 1970 | 26 24.203                         | 77.706         | 95.918          | 6.3              | 69.1            | 10.4           | 75.4            | 64               | 59                | 37              | 51             | 65              | 27               | 72                | 88               |
| 71   | 26 23.727                         | 77.640         | 90.550          | 78.2             | 93.8            | 87.7           | 72.0            | 58               | 65                | 84              | 23             | 84              | 97               | 0                 | 7                |
| 72   | 26 23.250                         | 77.847         | 85.166          | 57.4             | 22.0            | 72.2           | 79.4            | 59               | 71                | 35              | 2              | 7               | 63               | 28                | 37               |
| 73   | 26 22.774                         | 77.781         | 79.797          | 29.3             | 46.7            | 49.5           | 76.0            | 54               | 76                | 83              | 74             | 26              | 33               | 56                | 56               |
| 74   | 26 22.298                         | 77.715         | 74.428          | 1'2              | 71.3            | 26.7           | 72.5            | 49               | 81                | 30              | 46             | 46              | 3                | 84                | 76               |
| 1975 | 26 21.822                         | 77.648         | 69.059          | 73.1             | 96.0            | 4.0            | 69.0            | 44               | 86                | 77              | 18             | 65              | 73               | 12                | 95               |
| 76   | 26 21.345                         | 77.856         | 63.675          | 52.3             | 24.2            | 88.6           | 76.5            | 45               | 92                | 28              | 97             | 88              | 39               | 40                | 25               |
| 77   | 26 20.869                         | 77.790         | 58.306          | 24.1             | 48.9            | 65.8           | 73.0            | 39               | 97                | 75              | 69             | 7               | 9                | 68                | 44               |
| 78   | 26 20.393                         | 77.723         | 52.938          | 96.0             | 73.5            | 43.1           | 69.5            | 34               | 3                 | 22              | 41             | 26              | 79               | 96                | 63               |
| 79   | 26 19.917                         | 77.657         | 47.569          | 67.9             | 98.2            | 20.3           | 66.1            | 29               | 8                 | 70              | 13             | 46              | 49               | 24                | 82               |
| 1980 | 26 19.440                         | 77.865         | 42.185          | 47.1             | 26.4            | 4.9            | 73.5            | 30               | 14                | 21              | 91             | 69              | 16               | 52                | 12               |
| 81   | 26 18.964                         | 77.798         | 36.816          | 19.0             | 51.1            | 82.2           | 70.1            | 25               | 19                | 68              | 63             | 88              | 86               | 80                | 31               |
| 82   | 26 18.488                         | 77.732         | 31.447          | 90.9             | 75.7            | 59.4           | 66.6            | 19               | 24                | 15              | 35             | 7               | 56               | 8                 | 51               |
| 83   | 26 18.012                         | 77.666         | 26.078          | 62.7             | 0.4             | 36.7           | 63.1            | 14               | 29                | 62              | 7              | 26              | 26               | 36                | 70               |
| 84   | 26 17.535                         | 77.873         | 20.694          | 41.9             | 28.7            | 21.2           | 70.6            | 15               | 35                | 13              | 86             | 49              | 92               | 64                | 99               |
| 1985 | 26 17.059                         | 77.807         | 15.326          | 13.8             | 53.3            | 98.5           | 67.1            | 10               | 40                | 61              | 58             | 69              | 62               | 92                | 19               |
| 86   | 26 16.583                         | 77.740         | 9.957           | 85.7             | 77.9            | 75.7           | 63.6            | 5                | 46                | 8               | 30             | 88              | 32               | 20                | 38               |
| 87   | 26 16.108                         | 77.674         | 4.588           | 57.6             | 2.6             | 53.0           | 60.2            | 99               | 51                | 55              | 2              | 7               | 2                | 48                | 57               |
| 88   | 26 15.630                         | 77.882         | 99.204          | 36.8             | 30.9            | 37.6           | 67.6            | 0                | 57                | 6               | 81             | 30              | 68               | 76                | 87               |
| 89   | 26 15.154                         | 77.815         | 93.835          | 8.7              | 55.5            | 14.8           | 64.2            | 95               | 62                | 53              | 53             | 49              | 38               | 4                 | 6                |
| 1990 | 26 14.679                         | 77.749         | 88.466          | 80.5             | 80.2            | 92.1           | 60.7            | 90               | 67                | 0               | 25             | 69              | 8                | 32                | 25               |
| 91   | 26 14.203                         | 77.683         | 83.097          | 52.4             | 4.8             | 69.3           | 57.2            | 84               | 72                | 48              | 97             | 88              | 78               | 60                | 45               |
| 92   | 26 13.725                         | 77.890         | 77.714          | 31.6             | 33.1            | 53.9           | 64.7            | 85               | 78                | 99              | 76             | 11              | 45               | 88                | 74               |
| 93   | 26 13.250                         | 77.824         | 72.345          | 3.5              | 57.7            | 31.2           | 61.2            | 80               | 83                | 46              | 48             | 30              | 15               | 16                | 94               |
| 94   | 26 12.774                         | 77.758         | 66.976          | 75.4             | 82.4            | 8.4            | 57.8            | 75               | 89                | 93              | 20             | 49              | 85               | 44                | 13               |
| 1995 | 26 12.298                         | 77.691         | 61.607          | 47.3             | 7.0             | 85.7           | 54.3            | 70               | 94                | 40              | 92             | 69              | 55               | 72                | 32               |
| 96   | 26 11.821                         | 77.899         | 56.223          | 26.5             | 35.3            | 70.2           | 61.8            | 71               | 0                 | 91              | 71             | 92              | 21               | 0                 | 62               |
| 97   | 26 11.345                         | 77.832         | 50.854          | 98.3             | 59.9            | 47.5           | 58.3            | 65               | 5                 | 38              | 43             | 11              | 91               | 28                | 81               |
| 98   | 26 10.869                         | 77.766         | 45.485          | 70.2             | 84.6            | 24.7           | 54.8            | 60               | 10                | 86              | 15             | 30              | 61               | 56                | 0                |
| 99   | 26 10.393                         | 77.700         | 40.116          | 42.1             | 9.2             | 2.0            | 51.3            | 55               | 15                | 33              | 87             | 49              | 31               | 84                | 20               |

| Tagesbruchtheile | 0''000  | 0.027 | — 0.001 | 0.7 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | — 0 | 0 | 1 |
|------------------|---------|-------|---------|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|---|-----|---|---|
| 0.2              | 0.000   | 0.055 | — 0.003 | 1.5 | 0.7 | 1.5 | 2.2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | — 1 | 0 | 2 |
| 0.3              | 0.000   | 0.082 | — 0.004 | 2.2 | 1.1 | 2.2 | 3.3 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | — 1 | 0 | 3 |
| 0.4              | — 0.001 | 0.110 | — 0.006 | 2.9 | 1.5 | 2.9 | 4.4 | 3 | 0 | 1 | 3 | 1 | — 1 | 0 | 4 |
| 0.5              | — 0.001 | 0.137 | — 0.007 | 3.7 | 1.8 | 3.7 | 5.5 | 3 | 0 | 2 | 3 | 2 | — 2 | 0 | 5 |
| 0.6              | — 0.001 | 0.164 | — 0.009 | 4.4 | 2.2 | 4.4 | 6.6 | 4 | 0 | 2 | 4 | 2 | — 2 | 0 | 6 |
| 0.7              | — 0.001 | 0.192 | — 0.010 | 5.1 | 2.5 | 5.1 | 7.7 | 5 | 0 | 3 | 5 | 3 | — 3 | 0 | 7 |
| 0.8              | — 0.001 | 0.219 | — 0.012 | 5.9 | 2.9 | 5.9 | 8.8 | 6 | 0 | 4 | 6 | 4 | — 4 | 0 | 8 |
| 0.9              | — 0.001 | 0.246 | — 0.013 | 6.6 | 3.3 | 6.6 | 9.9 | 7 | 0 | 5 | 7 | 5 | — 5 | 0 | 9 |

Tafel XA.

| Jahr   | ( $\epsilon-10''5$ ) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> | Jahr   | ( $\epsilon-10''5$ ) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> | Jahr   | ( $\epsilon-10''5$ ) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> | Jahr   | ( $\epsilon-10''5$ ) <sub>a</sub> | I <sub>a</sub> | II <sub>a</sub> |
|--------|-----------------------------------|----------------|-----------------|--------|-----------------------------------|----------------|-----------------|--------|-----------------------------------|----------------|-----------------|--------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| S 2000 | 23°26'9.916                       | 77.907         | 34.733          | 2050   | 23°25'46.104                      | 77.877         | 66.110          | 2100   | 23°25'22.291                      | 77.847         | 97.487          | 2150   | 23°24'58.478                      | 77.818         | 28.864          |
| 01     | 26 9.440                          | 77.841         | 29.364          | 51     | 25 45.628                         | 77.811         | 60.741          | 01     | 25 21.815                         | 77.781         | 92.118          | 51     | 24 58.002                         | 77.751         | 23.495          |
| 02     | 26 8.964                          | 77.775         | 23.995          | S 52   | 25 45.151                         | 78.019         | 55.357          | 02     | 25 21.339                         | 77.715         | 86.749          | S 52   | 24 57.525                         | 77.959         | 18.112          |
| 03     | 26 8.488                          | 77.708         | 18.626          | 53     | 25 44.675                         | 77.952         | 49.988          | 03     | 25 20.863                         | 77.649         | 81.380          | 53     | 24 57.049                         | 77.892         | 12.743          |
| S 04   | 26 8.011                          | 77.916         | 13.242          | 54     | 25 44.199                         | 77.886         | 44.619          | S 04   | 25 20.386                         | 77.856         | 75.996          | 54     | 24 56.573                         | 77.826         | 7.374           |
| 2005   | 26 7.535                          | 77.849         | 7.873           | 2055   | 25 43.723                         | 77.820         | 39.250          | 2105   | 25 19.910                         | 77.790         | 70.627          | 2155   | 24 56.097                         | 77.760         | 2.005           |
| 06     | 26 7.059                          | 77.783         | 2.504           | S 56   | 25 43.245                         | 78.027         | 33.867          | 06     | 25 19.434                         | 77.723         | 65.258          | S 56   | 24 55.620                         | 77.967         | 96.621          |
| 07     | 26 6.583                          | 77.717         | 97.135          | 57     | 25 42.770                         | 77.961         | 28.498          | 07     | 25 18.958                         | 77.657         | 59.890          | 57     | 24 55.144                         | 77.901         | 91.252          |
| S 08   | 26 6.106                          | 77.924         | 91.752          | 58     | 25 42.294                         | 77.894         | 23.129          | S 08   | 25 18.481                         | 77.865         | 54.506          | 58     | 24 54.668                         | 77.835         | 85.883          |
| 09     | 26 5.630                          | 77.858         | 86.383          | 59     | 25 41.818                         | 77.828         | 17.760          | 09     | 25 18.005                         | 77.798         | 49.137          | 59     | 24 54.192                         | 77.768         | 80.514          |
| 2010   | 26 5.154                          | 77.792         | 81.014          | S 2060 | 25 41.340                         | 78.036         | 12.376          | 2110   | 25 17.529                         | 77.732         | 43.768          | S 2160 | 24 53.715                         | 77.976         | 75.131          |
| 11     | 26 4.678                          | 77.725         | 75.645          | 61     | 25 40.864                         | 77.969         | 7.007           | 11     | 25 17.053                         | 77.666         | 38.399          | 61     | 24 53.239                         | 77.910         | 69.762          |
| S 12   | 26 4.201                          | 77.933         | 70.261          | 62     | 25 40.388                         | 77.903         | 1.638           | S 12   | 25 16.575                         | 77.873         | 33.015          | 62     | 24 52.763                         | 77.843         | 64.393          |
| 13     | 26 3.725                          | 77.867         | 64.892          | 63     | 25 39.913                         | 77.837         | 96.269          | 13     | 25 16.100                         | 77.807         | 27.647          | 63     | 24 52.287                         | 77.777         | 59.024          |
| 14     | 26 3.249                          | 77.800         | 59.523          | S 64   | 25 39.435                         | 78.044         | 90.886          | 14     | 25 15.624                         | 77.740         | 22.278          | S 64   | 24 51.810                         | 77.984         | 53.640          |
| 2015   | 26 2.773                          | 77.734         | 54.155          | 2065   | 25 38.959                         | 77.978         | 85.517          | 2115   | 25 15.147                         | 77.674         | 16.909          | 2165   | 24 51.334                         | 77.918         | 48.272          |
| S 16   | 26 2.296                          | 77.942         | 48.771          | 66     | 25 38.483                         | 77.912         | 80.148          | S 16   | 25 14.670                         | 77.882         | 11.525          | 66     | 24 50.858                         | 77.852         | 42.903          |
| 17     | 26 1.820                          | 77.875         | 43.402          | 67     | 25 38.007                         | 77.845         | 74.779          | 17     | 25 14.194                         | 77.815         | 6.156           | 67     | 24 50.383                         | 77.786         | 37.534          |
| 18     | 26 1.344                          | 77.809         | 38.033          | S 68   | 25 37.530                         | 78.053         | 69.395          | 18     | 25 13.719                         | 77.749         | 0.787           | S 68   | 24 49.905                         | 77.993         | 32.150          |
| 19     | 26 0.868                          | 77.743         | 32.664          | 69     | 25 37.054                         | 77.986         | 64.026          | 19     | 25 13.243                         | 77.683         | 95.418          | 69     | 24 49.429                         | 77.927         | 26.781          |
| S 2020 | 26 0.391                          | 77.950         | 27.280          | 2070   | 25 36.578                         | 77.920         | 58.657          | S 2120 | 25 12.765                         | 77.890         | 90.035          | 2170   | 24 48.954                         | 77.860         | 21.411          |
| 21     | 25 59.915                         | 77.884         | 21.911          | 71     | 25 36.102                         | 77.854         | 53.288          | 21     | 25 12.289                         | 77.824         | 84.666          | 71     | 24 48.478                         | 77.794         | 16.043          |
| 22     | 25 59.439                         | 77.817         | 16.543          | S 72   | 25 35.625                         | 78.061         | 47.905          | 22     | 25 11.813                         | 77.758         | 79.297          | S 72   | 24 48.000                         | 78.002         | 10.660          |
| 23     | 25 58.962                         | 77.751         | 11.174          | 73     | 25 35.149                         | 77.995         | 42.536          | 23     | 25 11.338                         | 77.691         | 73.928          | 73     | 24 47.525                         | 77.935         | 5.291           |
| S 24   | 25 58.486                         | 77.959         | 5.790           | 74     | 25 34.673                         | 77.929         | 37.167          | S 24   | 25 10.862                         | 77.899         | 68.544          | 74     | 24 47.049                         | 77.869         | 99.922          |
| 2025   | 25 58.010                         | 77.892         | 0.421           | 2075   | 25 34.197                         | 77.862         | 31.798          | 2125   | 25 10.384                         | 77.832         | 63.175          | 2175   | 24 46.573                         | 77.803         | 94.553          |
| 26     | 25 57.534                         | 77.826         | 95.052          | S 76   | 25 33.720                         | 78.070         | 26.414          | 26     | 25 9.908                          | 77.766         | 57.806          | S 76   | 24 46.096                         | 78.010         | 89.169          |
| 27     | 25 57.058                         | 77.760         | 89.683          | 77     | 25 33.244                         | 78.004         | 21.045          | 27     | 25 9.432                          | 77.700         | 52.438          | 77     | 24 45.620                         | 77.944         | 83.800          |
| S 28   | 25 56.581                         | 77.967         | 84.300          | 78     | 25 32.768                         | 77.937         | 15.677          | S 28   | 25 8.955                          | 77.907         | 47.054          | 78     | 24 45.144                         | 77.878         | 78.432          |
| 29     | 25 56.105                         | 77.901         | 78.931          | 79     | 25 32.292                         | 77.871         | 10.308          | 29     | 25 8.479                          | 77.841         | 41.685          | 79     | 24 44.668                         | 77.811         | 73.063          |
| 2030   | 25 55.629                         | 77.835         | 73.562          | S 2080 | 25 31.815                         | 78.078         | 4.924           | 2130   | 25 8.003                          | 77.775         | 36.316          | S 2180 | 24 44.191                         | 78.019         | 67.679          |
| 31     | 25 55.153                         | 77.768         | 68.193          | 81     | 25 31.339                         | 78.012         | 99.555          | 31     | 25 7.527                          | 77.708         | 30.947          | 81     | 24 43.715                         | 77.952         | 62.310          |
| S 32   | 25 54.676                         | 77.976         | 62.809          | 82     | 25 30.863                         | 77.946         | 94.186          | S 32   | 25 7.050                          | 77.916         | 25.564          | 82     | 24 43.239                         | 77.886         | 56.941          |
| 33     | 25 54.200                         | 77.909         | 57.440          | 83     | 25 30.387                         | 77.880         | 88.817          | 33     | 25 6.574                          | 77.850         | 20.195          | 83     | 24 42.763                         | 77.820         | 51.572          |
| 34     | 25 53.724                         | 77.843         | 52.071          | S 84   | 25 29.910                         | 78.087         | 83.434          | 34     | 25 6.098                          | 77.783         | 14.826          | S 84   | 24 42.286                         | 78.027         | 46.180          |
| 2035   | 25 53.248                         | 77.777         | 46.702          | 2085   | 25 29.434                         | 78.021         | 78.065          | 2135   | 25 5.622                          | 77.717         | 9.457           | 2185   | 24 41.810                         | 77.961         | 40.820          |
| S 36   | 25 52.771                         | 77.984         | 41.319          | 86     | 25 28.958                         | 77.954         | 72.696          | S 36   | 25 5.145                          | 77.924         | 4.073           | 86     | 24 41.334                         | 77.895         | 35.451          |
| 37     | 25 52.295                         | 77.918         | 35.950          | 87     | 25 28.482                         | 77.888         | 67.327          | 37     | 25 4.669                          | 77.858         | 98.704          | 87     | 24 40.858                         | 77.828         | 30.082          |
| 38     | 25 51.819                         | 77.852         | 30.581          | S 88   | 25 28.005                         | 78.096         | 61.943          | 38     | 25 4.193                          | 77.792         | 93.335          | S 88   | 24 40.381                         | 78.036         | 24.695          |
| 39     | 25 51.343                         | 77.785         | 25.212          | 89     | 25 27.529                         | 78.029         | 56.574          | 39     | 25 3.717                          | 77.726         | 87.966          | 89     | 24 39.905                         | 77.970         | 19.329          |
| S 2040 | 25 50.866                         | 77.993         | 19.828          | 2090   | 25 27.053                         | 77.963         | 51.205          | S 2140 | 25 3.240                          | 77.933         | 82.583          | 2190   | 24 39.429                         | 77.903         | 13.960          |
| 41     | 25 50.390                         | 77.927         | 14.459          | 91     | 25 26.577                         | 77.897         | 45.836          | 41     | 25 2.764                          | 77.867         | 77.214          | 91     | 24 38.953                         | 77.837         | 8.512           |
| 42     | 25 49.914                         | 77.860         | 9.090           | S 92   | 25 26.100                         | 78.104         | 40.453          | 42     | 25 2.288                          | 77.800         | 71.845          | S 92   | 24 38.476                         | 78.044         | 3.208           |
| 43     | 25 49.438                         | 77.794         | 3.721           | 93     | 25 25.624                         | 78.038         | 35.084          | 43     | 25 1.812                          | 77.734         | 66.476          | 93     | 24 38.000                         | 77.978         | 97.839          |
| S 44   | 25 48.961                         | 78.001         | 98.338          | 94     | 25 25.148                         | 77.971         | 29.715          | S 44   | 25 1.335                          | 77.942         | 61.092          | 94     | 24 37.524                         | 77.912         | 92.470          |
| 2045   | 25 48.485                         | 77.935         | 92.969          | 2095   | 25 24.672                         | 77.905         | 24.346          | 2145   | 25 0.859                          | 77.875         | 55.723          | 2195   | 24 37.048                         | 77.845         | 87.101          |
| 46     | 25 48.009                         | 77.869         | 87.600          | S 96   | 25 24.195                         | 78.113         | 18.962          | 46     | 25 0.383                          | 77.809         | 50.355          | S 96   | 24 36.571                         | 78.053         | 81.718          |
| 47     | 25 47.533                         | 77.802         | 82.231          | 97     | 25 23.719                         | 78.046         | 13.593          | 47     | 24 59.907                         | 77.743         | 44.986          | 97     | 24 36.095                         | 77.987         | 76.349          |
| S 48   | 25 47.056                         | 78.010         | 76.847          | 98     | 25 23.243                         | 77.980         | 8.225           | S 48   | 24 59.430                         | 77.950         | 39.602          | 98     | 24 35.620                         | 77.920         | 70.980          |
| 49     | 25 46.580                         | 77.944         | 71.478          | 99     | 25 22.766                         | 77.914         | 2.856           | 49     | 24 58.954                         | 77.884         | 34.233          | 99     | 24 35.144                         | 77.854         | 65.611          |

|            |         |                     |                      |                       |     |         |       |         |
|------------|---------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----|---------|-------|---------|
| Greenwich  | {<br>12 | {<br>0.000<br>0.001 | {<br>0.000<br>0.137  | {<br>0.000<br>99.993  | 0.1 | 0.000   | 0.027 | - 0.001 |
| Paris      | {<br>12 | {<br>0.000<br>0.001 | {<br>99.998<br>0.135 | {<br>0.000<br>99.993  | 0.2 | 0.000   | 0.055 | - 0.003 |
| Berlin     | {<br>12 | {<br>0.000<br>0.001 | {<br>99.999<br>0.127 | {<br>0.001<br>99.993  | 0.3 | 0.000   | 0.082 | - 0.004 |
| Washington | {<br>12 | {<br>0.000<br>0.001 | {<br>0.059<br>0.196  | {<br>99.997<br>99.990 | 0.4 | 0.001   | 0.110 | - 0.006 |
|            |         |                     |                      |                       | 0.5 | - 0.001 | 0.137 | - 0.007 |
|            |         |                     |                      |                       | 0.6 | - 0.001 | 0.164 | - 0.009 |
|            |         |                     |                      |                       | 0.7 | - 0.001 | 0.192 | - 0.010 |
|            |         |                     |                      |                       | 0.8 | - 0.001 | 0.219 | - 0.012 |
|            |         |                     |                      |                       | 0.9 | - 0.001 | 0.246 | - 0.013 |



## Tafel X.B.

vergl. pag. 119 u. 240.

| Monats-<br>Tag | $\angle \epsilon_d$ | $I_d$ | $II_d$ | $III_d$ | $IV_d$ | $V_d$ | $VI_d$ | $VII_d$ | $VIII_d$ | $IX_d$ | $X_d$ | $XI_d$ | $XII_d$ | $XIII_d$ | $XIV_d$ |
|----------------|---------------------|-------|--------|---------|--------|-------|--------|---------|----------|--------|-------|--------|---------|----------|---------|
| Januar         |                     |       |        |         |        |       |        |         |          |        |       |        |         |          |         |
| Gem. Jahr      | Schalt-Jahr         |       |        |         |        |       |        |         |          |        |       |        |         |          |         |
| 0              | 1                   | 0.500 | 0.000  | 0.000   | 0.0    | 0.0   | 0.0    | 0.0     | 0        | 0      | 0     | 0      | 0       | 0        | 0       |
| 1              | 2                   | 0.499 | 0.274  | 99.985  | 7.3    | 3.6   | 7.3    | 10.9    | 6        | 1      | 4     | 7      | 4       | 96       | 10      |
| 2              | 3                   | 0.497 | 0.548  | 99.971  | 14.6   | 7.3   | 14.7   | 21.9    | 13       | 1      | 7     | 14     | 7       | 93       | 21      |
| 3              | 4                   | 0.496 | 0.821  | 99.956  | 22.0   | 10.9  | 22.0   | 32.8    | 19       | 2      | 11    | 20     | 11      | 89       | 31      |
| 4              | 5                   | 0.495 | 1.095  | 99.941  | 29.3   | 14.5  | 29.3   | 43.8    | 25       | 2      | 15    | 27     | 14      | 85       | 42      |
| 5              | 6                   | 0.493 | 1.369  | 99.926  | 36.6   | 18.1  | 36.7   | 54.7    | 31       | 3      | 18    | 34     | 18      | 82       | 52      |
| 6              | 7                   | 0.492 | 1.642  | 99.912  | 43.9   | 21.8  | 44.0   | 65.7    | 38       | 3      | 22    | 41     | 22      | 78       | 63      |
| 7              | 8                   | 0.491 | 1.917  | 99.897  | 51.2   | 25.4  | 51.3   | 76.6    | 44       | 4      | 26    | 47     | 25      | 74       | 73      |
| 8              | 9                   | 0.490 | 2.190  | 99.882  | 58.6   | 29.0  | 58.7   | 87.6    | 50       | 4      | 30    | 54     | 29      | 71       | 84      |
| 9              | 10                  | 0.488 | 2.464  | 99.868  | 65.9   | 32.7  | 66.0   | 98.5    | 57       | 5      | 33    | 61     | 33      | 67       | 94      |
| 10             | 11                  | 0.487 | 2.738  | 99.853  | 73.2   | 36.3  | 73.3   | 9.5     | 64       | 6      | 37    | 68     | 36      | 64       | 5       |
| 11             | 12                  | 0.486 | 3.012  | 99.838  | 80.5   | 39.9  | 80.7   | 20.4    | 69       | 6      | 41    | 74     | 40      | 59       | 15      |
| 12             | 13                  | 0.484 | 3.285  | 99.823  | 87.8   | 43.5  | 88.0   | 31.4    | 75       | 7      | 44    | 81     | 43      | 56       | 26      |
| 13             | 14                  | 0.483 | 3.559  | 99.809  | 95.1   | 47.2  | 95.4   | 42.3    | 82       | 7      | 48    | 88     | 47      | 53       | 36      |
| 14             | 15                  | 0.482 | 3.833  | 99.794  | 2.5    | 50.8  | 2.7    | 53.3    | 88       | 8      | 52    | 95     | 51      | 49       | 46      |
| 15             | 16                  | 0.480 | 4.107  | 99.779  | 9.8    | 54.4  | 10.0   | 64.2    | 94       | 8      | 55    | 2      | 54      | 45       | 57      |
| 16             | 17                  | 0.479 | 4.381  | 99.765  | 17.1   | 58.1  | 17.4   | 75.2    | 1        | 9      | 59    | 8      | 58      | 42       | 67      |
| 17             | 18                  | 0.478 | 4.654  | 99.750  | 24.4   | 61.7  | 24.7   | 86.1    | 7        | 10     | 63    | 15     | 61      | 38       | 78      |
| 18             | 19                  | 0.477 | 4.928  | 99.735  | 31.8   | 65.3  | 32.0   | 97.1    | 13       | 10     | 66    | 22     | 65      | 34       | 88      |
| 19             | 20                  | 0.475 | 5.202  | 99.721  | 39.1   | 69.0  | 39.4   | 8.1     | 19       | 11     | 70    | 29     | 69      | 31       | 99      |
| 20             | 21                  | 0.474 | 5.476  | 99.706  | 46.4   | 72.6  | 46.7   | 19.0    | 26       | 11     | 74    | 35     | 72      | 27       | 9       |
| 21             | 22                  | 0.473 | 5.750  | 99.691  | 53.7   | 76.2  | 54.0   | 29.9    | 32       | 12     | 78    | 42     | 76      | 23       | 20      |
| 22             | 23                  | 0.471 | 6.023  | 99.676  | 61.0   | 79.8  | 61.4   | 40.9    | 38       | 12     | 81    | 49     | 80      | 20       | 30      |
| 23             | 24                  | 0.470 | 6.297  | 99.662  | 68.4   | 83.5  | 68.7   | 51.8    | 45       | 13     | 85    | 56     | 83      | 16       | 41      |
| 24             | 25                  | 0.469 | 6.571  | 99.647  | 75.7   | 87.1  | 76.0   | 62.8    | 51       | 13     | 89    | 63     | 87      | 13       | 51      |
| 25             | 26                  | 0.467 | 6.845  | 99.632  | 83.0   | 90.7  | 83.4   | 73.7    | 57       | 14     | 92    | 69     | 90      | 9        | 62      |
| 26             | 27                  | 0.466 | 7.119  | 99.618  | 90.3   | 94.4  | 90.7   | 84.7    | 63       | 15     | 96    | 76     | 94      | 5        | 72      |
| 27             | 28                  | 0.465 | 7.392  | 99.603  | 97.6   | 98.0  | 98.0   | 95.6    | 70       | 15     | 0     | 83     | 98      | 2        | 83      |
| 28             | 29                  | 0.464 | 7.666  | 99.588  | 5.0    | 1.6   | 5.4    | 6.6     | 76       | 16     | 3     | 90     | 1       | 98       | 2       |
| 29             | 30                  | 0.462 | 7.940  | 99.573  | 12.3   | 5.2   | 12.7   | 17.5    | 82       | 16     | 7     | 96     | 5       | 94       | 3       |
| 30             | 31                  | 0.461 | 8.214  | 99.559  | 19.6   | 8.9   | 20.0   | 28.5    | 89       | 17     | 11    | 3      | 8       | 91       | 14      |
| 31             |                     | 0.460 | 8.488  | 99.544  | 26.9   | 12.5  | 27.4   | 39.4    | 95       | 17     | 14    | 10     | 12      | 87       | 24      |
| Februar        |                     |       |        |         |        |       |        |         |          |        |       |        |         |          |         |
| Gem. Jahr      | Schalt-Jahr         |       |        |         |        |       |        |         |          |        |       |        |         |          |         |
| 0              | 1                   | 0.460 | 8.488  | 99.544  | 26.9   | 12.5  | 27.4   | 39.4    | 95       | 17     | 14    | 10     | 12      | 87       | 2       |
| 1              | 2                   | 0.458 | 8.761  | 99.529  | 34.2   | 16.1  | 34.7   | 50.4    | 1        | 18     | 18    | 17     | 16      | 83       | 35      |
| 2              | 3                   | 0.457 | 9.035  | 99.515  | 41.6   | 19.8  | 42.1   | 61.3    | 7        | 19     | 22    | 23     | 19      | 80       | 45      |
| 3              | 4                   | 0.456 | 9.309  | 99.500  | 48.9   | 23.4  | 49.4   | 72.3    | 14       | 19     | 25    | 30     | 23      | 76       | 56      |
| 4              | 5                   | 0.454 | 9.583  | 99.485  | 56.2   | 27.0  | 56.7   | 83.2    | 20       | 20     | 29    | 37     | 27      | 72       | 66      |
| 5              | 6                   | 0.453 | 9.856  | 99.470  | 63.5   | 30.6  | 64.1   | 94.2    | 26       | 20     | 33    | 44     | 30      | 69       | 77      |
| 6              | 7                   | 0.452 | 10.130 | 99.456  | 70.8   | 34.3  | 71.4   | 5.1     | 33       | 21     | 37    | 51     | 34      | 65       | 87      |
| 7              | 8                   | 0.450 | 10.404 | 99.441  | 78.2   | 37.9  | 78.7   | 16.1    | 39       | 21     | 40    | 57     | 37      | 62       | 98      |
| 8              | 9                   | 0.449 | 10.678 | 99.426  | 85.5   | 41.5  | 86.1   | 27.0    | 45       | 22     | 44    | 64     | 41      | 58       | 8       |
| 9              | 10                  | 0.448 | 10.952 | 99.412  | 92.8   | 45.2  | 93.4   | 38.0    | 51       | 22     | 48    | 71     | 45      | 54       | 19      |
| 10             | 11                  | 0.447 | 11.225 | 99.397  | 0.1    | 48.8  | 0.7    | 48.9    | 58       | 23     | 51    | 78     | 48      | 51       | 29      |
| 11             | 12                  | 0.445 | 11.499 | 99.382  | 7.4    | 52.4  | 8.1    | 59.9    | 64       | 24     | 55    | 84     | 52      | 47       | 39      |
| 12             | 13                  | 0.444 | 11.773 | 99.367  | 14.8   | 56.1  | 15.4   | 70.8    | 70       | 24     | 59    | 91     | 55      | 43       | 50      |
| 13             | 14                  | 0.443 | 12.047 | 99.353  | 22.1   | 59.7  | 22.7   | 81.8    | 77       | 25     | 62    | 98     | 59      | 40       | 60      |
| 14             | 15                  | 0.441 | 12.321 | 99.338  | 29.4   | 63.3  | 30.1   | 92.7    | 83       | 25     | 66    | 5      | 63      | 36       | 71      |
| 15             | 16                  | 0.440 | 12.594 | 99.323  | 36.7   | 66.9  | 37.4   | 3.7     | 89       | 26     | 70    | 12     | 66      | 32       | 81      |
| 16             | 17                  | 0.439 | 12.868 | 99.309  | 44.1   | 70.6  | 44.7   | 14.6    | 95       | 26     | 73    | 18     | 70      | 29       | 92      |
| 17             | 18                  | 0.437 | 13.142 | 99.294  | 51.4   | 74.2  | 52.1   | 25.6    | 2        | 27     | 77    | 25     | 73      | 25       | 2       |
| 18             | 19                  | 0.436 | 13.416 | 99.279  | 58.7   | 77.8  | 59.4   | 36.5    | 8        | 28     | 81    | 32     | 77      | 21       | 13      |
| 19             | 20                  | 0.435 | 13.690 | 99.265  | 66.0   | 81.5  | 66.7   | 47.5    | 14       | 28     | 85    | 39     | 81      | 18       | 23      |
| 20             | 21                  | 0.434 | 13.963 | 99.250  | 73.3   | 85.1  | 74.1   | 58.4    | 21       | 29     | 88    | 45     | 84      | 14       | 34      |
| 21             | 22                  | 0.432 | 14.237 | 99.235  | 80.7   | 88.7  | 81.4   | 69.4    | 27       | 29     | 92    | 52     | 88      | 11       | 44      |
| 22             | 23                  | 0.431 | 14.511 | 99.220  | 88.0   | 92.3  | 88.8   | 80.3    | 33       | 30     | 96    | 59     | 92      | 7        | 55      |
| 23             | 24                  | 0.430 | 14.785 | 99.206  | 95.3   | 96.0  | 96.1   | 91.3    | 39       | 30     | 99    | 66     | 95      | 3        | 65      |
| 24             | 25                  | 0.428 | 15.058 | 99.191  | 2.6    | 99.6  | 3.4    | 2.2     | 46       | 31     | 3     | 72     | 99      | 0        | 76      |
| 25             | 26                  | 0.427 | 15.332 | 99.176  | 9.9    | 3.2   | 10.8   | 13.2    | 52       | 31     | 7     | 79     | 2       | 96       | 86      |
| 26             | 27                  | 0.426 | 15.606 | 99.162  | 17.3   | 6.9   | 18.1   | 24.1    | 58       | 32     | 10    | 86     | 6       | 92       | 96      |
| 27             | 28                  | 0.424 | 15.880 | 99.147  | 24.6   | 10.5  | 25.4   | 35.1    | 64       | 33     | 14    | 93     | 10      | 89       | 7       |
| 28             | 29                  | 0.423 | 16.154 | 99.132  | 31.9   | 14.1  | 32.8   | 46.0    | 71       | 33     | 18    | 0      | 13      | 85       | 17      |

Tafel Xb.

| Monats-<br>Tag | $\angle \epsilon_d$ | $I_d$  | $II_d$ | $III_d$ | $IV_d$ | $V_d$ | $VI_d$ | $VII_d$ | $VIII_d$ | $IX_d$ | $X_d$ | $XI_d$ | $XII_d$ | $XIII_d$ | $XIV_d$ |
|----------------|---------------------|--------|--------|---------|--------|-------|--------|---------|----------|--------|-------|--------|---------|----------|---------|
| März           |                     |        |        |         |        |       |        |         |          |        |       |        |         |          |         |
| 1              | 0° 422              | 16.427 | 99.117 | 39.2    | 17.7   | 40.1  | 57.0   | 77      | 34       | 21     | 6     | 17     | 81      | 5        | 28      |
| 2              | 0.420               | 16.701 | 99.103 | 46.5    | 21.4   | 47.4  | 67.9   | 83      | 34       | 25     | 13    | 20     | 78      | 5        | 38      |
| 3              | 0.419               | 16.975 | 99.089 | 53.9    | 25.0   | 54.8  | 78.9   | 90      | 35       | 29     | 20    | 24     | 74      | 5        | 49      |
| 4              | 0.418               | 17.249 | 99.073 | 61.2    | 28.6   | 62.1  | 89.8   | 96      | 35       | 33     | 27    | 28     | 70      | 5        | 59      |
| 5              | 0.417               | 17.523 | 99.059 | 68.5    | 32.3   | 69.4  | 0.8    | 2       | 36       | 36     | 33    | 31     | 67      | 5        | 70      |
| 6              | 0.415               | 17.796 | 99.044 | 75.8    | 35.9   | 76.8  | 11.7   | 9       | 37       | 40     | 40    | 35     | 63      | 5        | 80      |
| 7              | 0.414               | 18.070 | 99.029 | 83.1    | 39.5   | 84.1  | 22.7   | 15      | 37       | 44     | 47    | 39     | 60      | 5        | 91      |
| 8              | 0.413               | 18.344 | 99.014 | 90.5    | 43.2   | 91.4  | 33.6   | 21      | 38       | 47     | 54    | 42     | 56      | 5        | 91      |
| 9              | 0.411               | 18.618 | 99.000 | 97.8    | 46.8   | 98.8  | 44.6   | 27      | 38       | 51     | 61    | 46     | 52      | 5        | 12      |
| 10             | 0.410               | 18.892 | 98.985 | 5.1     | 50.4   | 6.1   | 55.5   | 34      | 39       | 55     | 67    | 49     | 49      | 5        | 22      |
| 11             | 0.409               | 19.165 | 98.970 | 12.4    | 54.0   | 13.4  | 66.5   | 40      | 39       | 58     | 74    | 53     | 45      | 5        | 32      |
| 12             | 0.407               | 19.439 | 98.956 | 19.7    | 57.7   | 20.8  | 77.4   | 46      | 40       | 62     | 81    | 57     | 41      | 5        | 43      |
| 13             | 0.406               | 19.713 | 98.941 | 27.1    | 61.3   | 28.1  | 88.4   | 53      | 40       | 66     | 88    | 60     | 38      | 6        | 53      |
| 14             | 0.405               | 19.987 | 98.926 | 34.4    | 64.9   | 35.4  | 99.3   | 59      | 41       | 69     | 94    | 64     | 34      | 6        | 64      |
| 15             | 0.404               | 20.261 | 98.912 | 41.7    | 68.6   | 42.8  | 10.3   | 65      | 42       | 73     | 1     | 67     | 30      | 6        | 74      |
| 16             | 0.402               | 20.534 | 98.897 | 49.0    | 72.2   | 50.1  | 21.2   | 71      | 42       | 77     | 8     | 71     | 27      | 6        | 85      |
| 17             | 0.401               | 20.808 | 98.882 | 56.3    | 75.8   | 57.5  | 32.2   | 78      | 43       | 81     | 15    | 75     | 23      | 6        | 95      |
| 18             | 0.400               | 21.082 | 98.867 | 63.7    | 79.4   | 64.8  | 43.1   | 84      | 43       | 84     | 21    | 78     | 19      | 6        | 6       |
| 19             | 0.398               | 21.356 | 98.852 | 71.0    | 83.1   | 72.1  | 54.1   | 90      | 44       | 88     | 28    | 82     | 16      | 6        | 16      |
| 20             | 0.397               | 21.629 | 98.838 | 78.3    | 86.7   | 79.5  | 65.0   | 97      | 44       | 92     | 35    | 86     | 12      | 6        | 27      |
| 21             | 0.396               | 21.903 | 98.823 | 85.6    | 90.3   | 86.8  | 76.0   | 3       | 45       | 95     | 42    | 89     | 8       | 6        | 37      |
| 22             | 0.394               | 22.177 | 98.809 | 92.9    | 94.0   | 94.1  | 86.9   | 9       | 46       | 99     | 49    | 93     | 5       | 6        | 48      |
| 23             | 0.393               | 22.451 | 98.794 | 0.3     | 97.6   | 1.5   | 97.8   | 15      | 46       | 3      | 55    | 96     | 1       | 6        | 58      |
| 24             | 0.392               | 22.725 | 98.779 | 7.6     | 1.2    | 8.8   | 8.8    | 22      | 47       | 6      | 62    | 0      | 98      | 6        | 68      |
| 25             | 0.391               | 22.998 | 98.764 | 14.9    | 4.8    | 16.1  | 19.7   | 28      | 47       | 10     | 69    | 4      | 94      | 6        | 79      |
| 26             | 0.389               | 23.272 | 98.750 | 22.2    | 8.5    | 23.5  | 30.7   | 34      | 48       | 14     | 76    | 7      | 90      | 7        | 89      |
| 27             | 0.388               | 23.546 | 98.735 | 29.5    | 12.1   | 30.8  | 41.6   | 41      | 48       | 17     | 82    | 11     | 87      | 7        | 0       |
| 28             | 0.387               | 23.820 | 98.720 | 36.9    | 15.7   | 38.1  | 52.6   | 47      | 49       | 21     | 89    | 14     | 83      | 7        | 10      |
| 29             | 0.385               | 24.094 | 98.706 | 44.2    | 19.4   | 45.5  | 63.5   | 53      | 49       | 25     | 96    | 18     | 79      | 7        | 21      |
| 30             | 0.384               | 24.367 | 98.691 | 51.5    | 23.0   | 52.8  | 74.5   | 59      | 50       | 28     | 3     | 22     | 76      | 7        | 31      |
| 31             | 0.383               | 24.641 | 98.676 | 58.8    | 26.6   | 60.1  | 85.4   | 66      | 51       | 32     | 10    | 25     | 72      | 7        | 42      |
| April          |                     |        |        |         |        |       |        |         |          |        |       |        |         |          |         |
| 1              | 0.381               | 24.915 | 98.661 | 66.1    | 30.3   | 67.5  | 96.4   | 72      | 51       | 36     | 16    | 29     | 68      | 7        | 52      |
| 2              | 0.380               | 25.189 | 98.647 | 73.5    | 33.9   | 74.8  | 7.3    | 78      | 52       | 40     | 23    | 33     | 65      | 7        | 63      |
| 3              | 0.379               | 25.463 | 98.632 | 80.8    | 37.5   | 82.1  | 18.3   | 85      | 52       | 43     | 30    | 36     | 61      | 7        | 73      |
| 4              | 0.378               | 25.736 | 98.617 | 88.1    | 41.1   | 89.5  | 29.2   | 91      | 53       | 47     | 37    | 40     | 57      | 7        | 84      |
| 5              | 0.376               | 26.010 | 98.603 | 95.4    | 44.8   | 96.8  | 40.2   | 97      | 53       | 51     | 43    | 43     | 54      | 7        | 94      |
| 6              | 0.375               | 26.284 | 98.588 | 2.7     | 48.4   | 4.2   | 51.1   | 4       | 54       | 54     | 50    | 47     | 50      | 7        | 5       |
| 7              | 0.374               | 26.558 | 98.573 | 10.1    | 52.0   | 11.5  | 62.1   | 10      | 55       | 58     | 57    | 51     | 47      | 7        | 15      |
| 8              | 0.372               | 26.832 | 98.558 | 17.4    | 55.7   | 18.8  | 73.0   | 16      | 55       | 62     | 64    | 54     | 43      | 8        | 25      |
| 9              | 0.371               | 27.105 | 98.544 | 24.7    | 59.3   | 26.2  | 84.0   | 22      | 56       | 65     | 70    | 58     | 39      | 8        | 36      |
| 10             | 0.370               | 27.379 | 98.529 | 32.0    | 62.9   | 33.5  | 94.9   | 29      | 56       | 69     | 77    | 61     | 36      | 8        | 46      |
| 11             | 0.368               | 27.653 | 98.514 | 39.3    | 66.5   | 40.8  | 5.9    | 35      | 57       | 73     | 84    | 65     | 32      | 8        | 57      |
| 12             | 0.367               | 27.927 | 98.500 | 46.7    | 70.2   | 48.2  | 16.8   | 41      | 57       | 76     | 91    | 69     | 28      | 8        | 67      |
| 13             | 0.366               | 28.200 | 98.485 | 54.0    | 73.8   | 55.5  | 27.8   | 48      | 58       | 80     | 98    | 72     | 25      | 8        | 78      |
| 14             | 0.364               | 28.474 | 98.470 | 61.3    | 77.4   | 62.8  | 38.7   | 54      | 58       | 84     | 4     | 76     | 21      | 8        | 88      |
| 15             | 0.363               | 28.748 | 98.456 | 68.6    | 81.1   | 70.2  | 49.7   | 60      | 59       | 88     | 11    | 80     | 17      | 8        | 99      |
| 16             | 0.362               | 29.022 | 98.441 | 75.9    | 84.7   | 77.5  | 60.6   | 66      | 60       | 91     | 18    | 83     | 14      | 8        | 9       |
| 17             | 0.361               | 29.296 | 98.426 | 83.3    | 88.3   | 84.8  | 71.6   | 73      | 60       | 95     | 25    | 87     | 10      | 8        | 20      |
| 18             | 0.359               | 29.569 | 98.411 | 90.6    | 91.9   | 92.2  | 82.5   | 79      | 61       | 99     | 31    | 90     | 6       | 8        | 30      |
| 19             | 0.358               | 29.843 | 98.397 | 97.9    | 95.6   | 99.5  | 93.5   | 85      | 61       | 2      | 38    | 94     | 3       | 8        | 41      |
| 20             | 0.357               | 30.117 | 98.382 | 5.2     | 99.2   | 6.8   | 4.4    | 92      | 62       | 6      | 45    | 98     | 99      | 8        | 51      |
| 21             | 0.355               | 30.391 | 98.367 | 12.5    | 2.8    | 14.2  | 15.4   | 98      | 62       | 10     | 52    | 1      | 96      | 9        | 61      |
| 22             | 0.354               | 30.665 | 98.353 | 19.9    | 6.5    | 21.5  | 26.3   | 4       | 63       | 13     | 59    | 5      | 92      | 9        | 72      |
| 23             | 0.353               | 30.938 | 98.338 | 27.2    | 10.1   | 28.8  | 37.3   | 10      | 64       | 17     | 65    | 8      | 88      | 9        | 82      |
| 24             | 0.351               | 31.212 | 98.323 | 34.5    | 13.7   | 36.2  | 48.2   | 17      | 64       | 21     | 72    | 12     | 85      | 9        | 93      |
| 25             | 0.350               | 31.486 | 98.308 | 41.8    | 17.4   | 43.5  | 59.2   | 23      | 65       | 24     | 79    | 16     | 81      | 9        | 3       |
| 26             | 0.349               | 31.760 | 98.294 | 49.1    | 21.0   | 50.9  | 70.1   | 29      | 65       | 28     | 86    | 19     | 77      | 9        | 14      |
| 27             | 0.348               | 32.034 | 98.279 | 56.5    | 24.6   | 58.2  | 81.1   | 36      | 66       | 33     | 92    | 23     | 74      | 9        | 24      |
| 28             | 0.346               | 32.307 | 98.264 | 63.8    | 28.2   | 65.5  | 92.0   | 42      | 66       | 37     | 99    | 27     | 70      | 9        | 35      |
| 29             | 0.345               | 32.581 | 98.250 | 71.1    | 31.9   | 72.9  | 3.0    | 48      | 67       | 40     | 6     | 30     | 66      | 9        | 45      |
| 30             | 0.344               | 32.855 | 98.235 | 78.4    | 35.5   | 80.2  | 13.9   | 54      | 67       | 44     | 13    | 34     | 63      | 9        | 56      |

Tafel Xb.

| Monats-<br>Tag | $\Delta s_d$ | I <sub>d</sub> | II <sub>d</sub> | III <sub>d</sub> | IV <sub>d</sub> | V <sub>d</sub> | VI <sub>d</sub> | VII <sub>d</sub> | VIII <sub>d</sub> | IX <sub>d</sub> | X <sub>d</sub> | XI <sub>d</sub> | XII <sub>d</sub> | XIII <sub>d</sub> | XIV <sub>d</sub> |
|----------------|--------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| Mai            |              |                |                 |                  |                 |                |                 |                  |                   |                 |                |                 |                  |                   |                  |
| 1              | 0.342        | 33.129         | 98.220          | 85.7             | 39.1            | 87.5           | 24.9            | 61               | 68                | 47              | 19             | 37              | 59               | 9                 | 66               |
| 2              | 0.341        | 33.402         | 98.205          | 93.1             | 42.8            | 94.9           | 35.8            | 67               | 69                | 50              | 26             | 41              | 55               | 9                 | 77               |
| 3              | 0.340        | 33.676         | 98.191          | 0.4              | 46.4            | 2.2            | 46.8            | 73               | 69                | 55              | 33             | 45              | 52               | 9                 | 87               |
| 4              | 0.338        | 33.950         | 98.176          | 7.7              | 50.0            | 9.5            | 57.7            | 80               | 70                | 59              | 40             | 48              | 48               | 9                 | 97               |
| 5              | 0.337        | 34.224         | 98.161          | 15.0             | 53.6            | 16.9           | 68.7            | 86               | 70                | 62              | 47             | 52              | 45               | 10                | 8                |
| 6              | 0.336        | 34.498         | 98.147          | 22.3             | 57.3            | 24.2           | 79.6            | 92               | 71                | 66              | 53             | 55              | 41               | 10                | 18               |
| 7              | 0.335        | 34.771         | 98.132          | 29.7             | 60.9            | 31.5           | 90.6            | 98               | 71                | 70              | 60             | 59              | 37               | 10                | 29               |
| 8              | 0.333        | 35.045         | 98.117          | 37.0             | 64.5            | 38.9           | 1.5             | 5                | 72                | 73              | 67             | 63              | 34               | 10                | 39               |
| 9              | 0.332        | 35.319         | 98.102          | 44.3             | 68.2            | 46.2           | 12.5            | 11               | 73                | 77              | 74             | 66              | 30               | 10                | 50               |
| 10             | 0.331        | 35.593         | 98.087          | 51.6             | 71.8            | 53.5           | 23.4            | 17               | 73                | 81              | 80             | 70              | 26               | 10                | 60               |
| 11             | 0.329        | 35.867         | 98.073          | 58.9             | 75.4            | 60.9           | 34.4            | 24               | 74                | 84              | 87             | 73              | 23               | 10                | 71               |
| 12             | 0.328        | 36.140         | 98.058          | 66.3             | 79.0            | 68.2           | 45.3            | 30               | 74                | 87              | 94             | 77              | 19               | 10                | 81               |
| 13             | 0.327        | 36.414         | 98.044          | 73.6             | 82.7            | 75.5           | 56.3            | 36               | 75                | 91              | 1              | 81              | 15               | 10                | 92               |
| 14             | 0.325        | 36.688         | 98.029          | 80.9             | 86.3            | 82.9           | 67.2            | 42               | 75                | 95              | 8              | 84              | 12               | 10                | 2                |
| 15             | 0.324        | 36.962         | 98.014          | 88.2             | 89.9            | 90.2           | 78.2            | 49               | 76                | 98              | 14             | 88              | 8                | 10                | 13               |
| 16             | 0.323        | 37.236         | 98.000          | 95.5             | 93.6            | 97.6           | 89.1            | 55               | 76                | 2               | 21             | 92              | 4                | 10                | 23               |
| 17             | 0.321        | 37.509         | 97.985          | 2.9              | 97.2            | 4.9            | 0.1             | 61               | 77                | 6               | 28             | 95              | 1                | 10                | 34               |
| 18             | 0.320        | 37.783         | 97.970          | 10.2             | 0.8             | 12.2           | 11.0            | 68               | 78                | 9               | 35             | 99              | 97               | 11                | 44               |
| 19             | 0.319        | 38.057         | 97.955          | 17.5             | 4.5             | 19.6           | 22.0            | 74               | 78                | 13              | 41             | 2               | 93               | 11                | 54               |
| 20             | 0.318        | 38.331         | 97.941          | 24.8             | 8.1             | 26.9           | 32.9            | 80               | 79                | 17              | 48             | 6               | 90               | 11                | 65               |
| 21             | 0.316        | 38.605         | 97.926          | 32.2             | 11.7            | 34.2           | 43.9            | 86               | 79                | 20              | 55             | 10              | 86               | 11                | 75               |
| 22             | 0.315        | 38.878         | 97.911          | 39.5             | 15.3            | 41.6           | 54.8            | 93               | 80                | 24              | 62             | 13              | 83               | 11                | 86               |
| 23             | 0.314        | 39.152         | 97.897          | 46.8             | 19.0            | 48.9           | 65.8            | 99               | 80                | 28              | 68             | 17              | 79               | 11                | 96               |
| 24             | 0.312        | 39.426         | 97.882          | 54.1             | 22.6            | 56.2           | 76.7            | 5                | 81                | 32              | 75             | 20              | 75               | 11                | 7                |
| 25             | 0.311        | 39.700         | 97.867          | 61.4             | 26.2            | 63.6           | 87.7            | 12               | 82                | 35              | 82             | 24              | 72               | 11                | 17               |
| 26             | 0.310        | 39.973         | 97.852          | 68.7             | 29.9            | 70.9           | 98.6            | 18               | 82                | 39              | 89             | 28              | 68               | 11                | 28               |
| 27             | 0.308        | 40.247         | 97.838          | 76.1             | 33.5            | 78.2           | 9.6             | 24               | 83                | 43              | 96             | 31              | 64               | 11                | 38               |
| 28             | 0.307        | 40.521         | 97.823          | 83.4             | 37.1            | 85.6           | 20.5            | 30               | 83                | 46              | 2              | 35              | 61               | 11                | 49               |
| 29             | 0.306        | 40.795         | 97.808          | 90.7             | 40.7            | 92.9           | 31.5            | 37               | 84                | 50              | 9              | 39              | 57               | 11                | 59               |
| 30             | 0.305        | 41.069         | 97.794          | 98.0             | 44.4            | 0.2            | 42.4            | 43               | 84                | 54              | 16             | 42              | 53               | 11                | 70               |
| 31             | 0.303        | 41.342         | 97.779          | 5.4              | 48.0            | 7.6            | 53.4            | 49               | 85                | 57              | 23             | 46              | 50               | 12                | 80               |
| Juni           |              |                |                 |                  |                 |                |                 |                  |                   |                 |                |                 |                  |                   |                  |
| 1              | 0.302        | 41.616         | 97.764          | 12.7             | 51.6            | 14.9           | 64.3            | 56               | 85                | 61              | 29             | 49              | 46               | 12                | 90               |
| 2              | 0.301        | 41.890         | 97.749          | 20.0             | 55.3            | 22.2           | 75.3            | 62               | 86                | 65              | 36             | 53              | 42               | 12                | 1                |
| 3              | 0.299        | 42.164         | 97.735          | 27.3             | 58.9            | 29.6           | 86.2            | 68               | 87                | 68              | 43             | 57              | 39               | 12                | 11               |
| 4              | 0.298        | 42.438         | 97.720          | 34.6             | 62.5            | 36.9           | 97.2            | 74               | 87                | 72              | 50             | 60              | 35               | 12                | 22               |
| 5              | 0.297        | 42.711         | 97.705          | 42.0             | 66.1            | 44.3           | 8.1             | 81               | 88                | 76              | 57             | 64              | 32               | 12                | 32               |
| 6              | 0.295        | 42.985         | 97.691          | 49.3             | 69.8            | 51.6           | 19.1            | 87               | 88                | 79              | 63             | 67              | 28               | 12                | 43               |
| 7              | 0.294        | 43.259         | 97.676          | 56.6             | 73.4            | 58.9           | 30.0            | 93               | 89                | 83              | 70             | 71              | 24               | 12                | 53               |
| 8              | 0.293        | 43.533         | 97.661          | 63.9             | 77.0            | 66.3           | 41.0            | 0                | 89                | 87              | 77             | 75              | 21               | 12                | 64               |
| 9              | 0.292        | 43.807         | 97.646          | 71.2             | 80.7            | 73.6           | 51.9            | 6                | 90                | 91              | 84             | 78              | 17               | 12                | 74               |
| 10             | 0.290        | 44.080         | 97.632          | 78.6             | 84.3            | 80.9           | 62.9            | 12               | 91                | 94              | 90             | 82              | 13               | 12                | 85               |
| 11             | 0.289        | 44.354         | 97.617          | 85.9             | 87.9            | 88.3           | 73.8            | 18               | 91                | 98              | 97             | 86              | 10               | 12                | 95               |
| 12             | 0.288        | 44.628         | 97.602          | 93.2             | 91.6            | 95.6           | 84.7            | 25               | 92                | 2               | 4              | 89              | 8                | 12                | 6                |
| 13             | 0.286        | 44.902         | 97.588          | 0.5              | 95.2            | 2.9            | 95.7            | 31               | 92                | 5               | 11             | 93              | 2                | 13                | 16               |
| 14             | 0.285        | 45.175         | 97.573          | 7.8              | 98.8            | 10.3           | 6.6             | 37               | 93                | 9               | 17             | 96              | 99               | 13                | 27               |
| 15             | 0.284        | 45.449         | 97.558          | 15.2             | 2.4             | 17.6           | 17.6            | 44               | 93                | 13              | 24             | 0               | 95               | 13                | 37               |
| 16             | 0.282        | 45.723         | 97.544          | 22.5             | 6.1             | 24.9           | 28.5            | 50               | 94                | 16              | 31             | 4               | 91               | 13                | 47               |
| 17             | 0.281        | 45.997         | 97.529          | 29.8             | 9.7             | 32.3           | 39.5            | 56               | 94                | 20              | 38             | 7               | 88               | 13                | 58               |
| 18             | 0.280        | 46.271         | 97.514          | 37.1             | 13.3            | 39.6           | 50.4            | 62               | 95                | 24              | 45             | 11              | 84               | 13                | 68               |
| 19             | 0.278        | 46.544         | 97.499          | 44.4             | 17.0            | 46.9           | 61.4            | 69               | 96                | 27              | 51             | 14              | 81               | 13                | 79               |
| 20             | 0.277        | 46.818         | 97.485          | 51.8             | 20.6            | 54.3           | 72.3            | 75               | 96                | 31              | 58             | 18              | 77               | 13                | 89               |
| 21             | 0.276        | 47.092         | 97.470          | 59.1             | 24.2            | 61.6           | 83.3            | 81               | 97                | 35              | 65             | 22              | 73               | 13                | 0                |
| 22             | 0.275        | 47.366         | 97.455          | 66.4             | 27.8            | 69.0           | 94.2            | 88               | 97                | 39              | 72             | 25              | 70               | 13                | 10               |
| 23             | 0.273        | 47.640         | 97.441          | 73.7             | 31.5            | 76.3           | 5.2             | 94               | 98                | 42              | 78             | 29              | 66               | 13                | 21               |
| 24             | 0.272        | 47.913         | 97.426          | 81.0             | 35.1            | 83.6           | 16.1            | 0                | 98                | 46              | 85             | 33              | 62               | 13                | 31               |
| 25             | 0.271        | 48.187         | 97.411          | 88.4             | 38.7            | 91.0           | 27.1            | 6                | 99                | 50              | 92             | 36              | 59               | 13                | 42               |
| 26             | 0.269        | 48.461         | 97.396          | 95.7             | 42.4            | 98.3           | 38.0            | 13               | 0                 | 53              | 99             | 40              | 55               | 14                | 52               |
| 27             | 0.268        | 48.735         | 97.382          | 3.0              | 46.0            | 5.6            | 49.0            | 19               | 0                 | 57              | 6              | 43              | 51               | 14                | 63               |
| 28             | 0.267        | 49.009         | 97.367          | 10.3             | 49.6            | 13.0           | 59.9            | 25               | 1                 | 61              | 12             | 47              | 48               | 14                | 73               |
| 29             | 0.265        | 49.282         | 97.352          | 17.6             | 53.2            | 20.3           | 70.9            | 32               | 1                 | 64              | 19             | 51              | 44               | 14                | 83               |
| 30             | 0.264        | 49.556         | 97.338          | 25.0             | 56.9            | 27.6           | 81.8            | 38               | 2                 | 68              | 26             | 54              | 40               | 14                | 94               |

Tafel Kb.

| Monats-<br>Tag | $\Delta \epsilon_d$ | I <sub>d</sub> | II <sub>d</sub> | III <sub>d</sub> | IV <sub>d</sub> | V <sub>d</sub> | VI <sub>d</sub> | VII <sub>d</sub> | VIII <sub>d</sub> | IX <sub>d</sub> | X <sub>d</sub> | XI <sub>d</sub> | XII <sub>d</sub> | XIII <sub>d</sub> | XIV <sub>d</sub> |
|----------------|---------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| Juli           |                     |                |                 |                  |                 |                |                 |                  |                   |                 |                |                 |                  |                   |                  |
| 1              | 0.263               | 49.830         | 97.323          | 32.3             | 60.5            | 35.0           | 92.8            | 44               | 2                 | 72              | 33             | 58              | 37               | 14                | 4                |
| 2              | 0.262               | 50.104         | 97.308          | 39.6             | 64.1            | 42.3           | 3.7             | 50               | 3                 | 75              | 39             | 61              | 33               | 14                | 15               |
| 3              | 0.260               | 50.378         | 97.293          | 46.9             | 67.8            | 49.6           | 14.7            | 57               | 3                 | 79              | 46             | 65              | 30               | 14                | 25               |
| 4              | 0.259               | 50.651         | 97.279          | 54.2             | 71.4            | 57.0           | 25.6            | 63               | 4                 | 83              | 53             | 69              | 26               | 14                | 36               |
| 5              | 0.258               | 50.925         | 97.264          | 61.6             | 75.0            | 64.3           | 36.6            | 69               | 5                 | 87              | 60             | 72              | 22               | 14                | 46               |
| 6              | 0.256               | 51.199         | 97.249          | 68.9             | 78.7            | 71.6           | 47.5            | 76               | 5                 | 90              | 66             | 76              | 19               | 14                | 57               |
| 7              | 0.255               | 51.473         | 97.235          | 76.2             | 82.3            | 79.0           | 58.5            | 82               | 6                 | 94              | 73             | 80              | 15               | 14                | 67               |
| 8              | 0.254               | 51.746         | 97.220          | 83.5             | 85.9            | 86.3           | 69.4            | 88               | 6                 | 98              | 80             | 83              | 11               | 14                | 78               |
| 9              | 0.252               | 52.020         | 97.205          | 90.8             | 89.5            | 93.6           | 80.4            | 94               | 7                 | 1               | 87             | 87              | 8                | 15                | 88               |
| 10             | 0.251               | 52.294         | 97.191          | 98.2             | 93.2            | 1.0            | 91.3            | 1                | 7                 | 5               | 94             | 90              | 4                | 15                | 99               |
| 11             | 0.250               | 52.568         | 97.176          | 5.5              | 96.8            | 8.3            | 2.3             | 7                | 8                 | 9               | 0              | 94              | 0                | 15                | 9                |
| 12             | 0.249               | 52.842         | 97.161          | 12.8             | 0.4             | 15.7           | 13.2            | 13               | 9                 | 12              | 7              | 98              | 97               | 15                | 19               |
| 13             | 0.247               | 53.115         | 97.146          | 20.1             | 4.1             | 23.0           | 21.2            | 20               | 9                 | 16              | 14             | 1               | 93               | 15                | 30               |
| 14             | 0.246               | 53.389         | 97.132          | 27.4             | 7.7             | 30.3           | 35.1            | 26               | 10                | 20              | 21             | 5               | 89               | 15                | 40               |
| 15             | 0.245               | 53.663         | 97.117          | 34.8             | 11.3            | 37.7           | 46.1            | 32               | 10                | 23              | 27             | 8               | 86               | 15                | 51               |
| 16             | 0.243               | 53.937         | 97.102          | 42.1             | 14.9            | 45.0           | 57.0            | 38               | 11                | 27              | 34             | 12              | 82               | 15                | 61               |
| 17             | 0.242               | 54.211         | 97.088          | 49.4             | 18.6            | 52.3           | 68.0            | 45               | 11                | 31              | 41             | 16              | 79               | 15                | 72               |
| 18             | 0.241               | 54.484         | 97.073          | 56.7             | 22.2            | 59.7           | 78.9            | 51               | 12                | 35              | 48             | 19              | 75               | 15                | 82               |
| 19             | 0.239               | 54.758         | 97.058          | 64.0             | 25.8            | 67.0           | 89.9            | 57               | 12                | 38              | 55             | 23              | 71               | 15                | 93               |
| 20             | 0.238               | 55.032         | 97.043          | 71.4             | 29.5            | 74.3           | 0.8             | 64               | 13                | 42              | 61             | 27              | 68               | 15                | 3                |
| 21             | 0.237               | 55.306         | 97.029          | 78.7             | 33.1            | 81.7           | 11.8            | 70               | 14                | 46              | 68             | 30              | 64               | 15                | 14               |
| 22             | 0.235               | 55.580         | 97.014          | 86.0             | 36.7            | 89.0           | 22.7            | 76               | 14                | 49              | 75             | 34              | 60               | 16                | 24               |
| 23             | 0.234               | 55.853         | 96.999          | 93.3             | 40.3            | 96.3           | 33.7            | 82               | 15                | 53              | 82             | 37              | 57               | 16                | 35               |
| 24             | 0.233               | 56.127         | 96.985          | 0.6              | 44.0            | 3.7            | 44.6            | 89               | 15                | 57              | 88             | 41              | 53               | 16                | 45               |
| 25             | 0.232               | 56.401         | 96.970          | 8.0              | 47.6            | 11.0           | 55.6            | 95               | 16                | 60              | 95             | 45              | 49               | 16                | 56               |
| 26             | 0.230               | 56.675         | 96.955          | 15.3             | 51.2            | 18.3           | 66.5            | 1                | 16                | 64              | 2              | 48              | 46               | 16                | 66               |
| 27             | 0.229               | 56.949         | 96.940          | 22.6             | 54.9            | 25.7           | 77.5            | 8                | 17                | 68              | 9              | 52              | 42               | 16                | 76               |
| 28             | 0.228               | 57.222         | 96.926          | 29.9             | 58.5            | 33.0           | 88.4            | 14               | 18                | 71              | 15             | 55              | 38               | 16                | 87               |
| 29             | 0.226               | 57.496         | 96.911          | 37.2             | 62.1            | 40.3           | 99.4            | 20               | 18                | 75              | 22             | 59              | 35               | 16                | 97               |
| 30             | 0.225               | 57.770         | 96.896          | 44.6             | 65.8            | 47.7           | 10.3            | 26               | 19                | 79              | 29             | 63              | 31               | 16                | 8                |
| 31             | 0.224               | 58.044         | 96.882          | 51.9             | 69.4            | 55.0           | 21.3            | 33               | 19                | 82              | 36             | 66              | 27               | 16                | 18               |
| August         |                     |                |                 |                  |                 |                |                 |                  |                   |                 |                |                 |                  |                   |                  |
| 1              | 0.222               | 58.317         | 96.867          | 59.2             | 73.0            | 62.4           | 32.2            | 39               | 20                | 86              | 43             | 70              | 24               | 16                | 29               |
| 2              | 0.221               | 58.591         | 96.852          | 66.5             | 76.6            | 69.7           | 43.2            | 45               | 20                | 90              | 49             | 73              | 20               | 16                | 39               |
| 3              | 0.220               | 58.865         | 96.837          | 73.8             | 80.3            | 77.0           | 54.1            | 52               | 21                | 94              | 56             | 77              | 17               | 16                | 50               |
| 4              | 0.219               | 59.139         | 96.823          | 81.2             | 83.9            | 84.4           | 65.1            | 58               | 21                | 97              | 63             | 81              | 13               | 17                | 60               |
| 5              | 0.217               | 59.413         | 96.808          | 88.5             | 87.5            | 91.7           | 76.0            | 64               | 22                | 1               | 70             | 84              | 9                | 17                | 71               |
| 6              | 0.216               | 59.686         | 96.793          | 95.8             | 91.2            | 99.0           | 87.0            | 71               | 23                | 5               | 76             | 88              | 6                | 17                | 81               |
| 7              | 0.215               | 59.960         | 96.779          | 3.1              | 94.8            | 6.4            | 97.9            | 77               | 23                | 8               | 83             | 92              | 2                | 17                | 92               |
| 8              | 0.213               | 60.234         | 96.764          | 10.4             | 98.4            | 13.7           | 8.9             | 83               | 24                | 12              | 90             | 95              | 98               | 17                | 2                |
| 9              | 0.212               | 60.508         | 96.749          | 17.8             | 2.0             | 21.0           | 19.8            | 89               | 24                | 16              | 97             | 99              | 95               | 17                | 12               |
| 10             | 0.211               | 60.782         | 96.735          | 25.1             | 5.7             | 28.4           | 30.8            | 96               | 25                | 19              | 4              | 2               | 91               | 17                | 23               |
| 11             | 0.209               | 61.055         | 96.720          | 32.4             | 9.3             | 35.7           | 41.7            | 2                | 25                | 23              | 10             | 6               | 87               | 17                | 33               |
| 12             | 0.208               | 61.329         | 96.705          | 39.7             | 12.9            | 43.0           | 52.7            | 8                | 26                | 27              | 17             | 10              | 84               | 17                | 44               |
| 13             | 0.207               | 61.603         | 96.690          | 47.0             | 16.6            | 50.4           | 63.6            | 14               | 27                | 30              | 24             | 13              | 80               | 17                | 54               |
| 14             | 0.206               | 61.877         | 96.676          | 54.4             | 20.2            | 57.7           | 74.6            | 21               | 27                | 34              | 31             | 17              | 76               | 17                | 65               |
| 15             | 0.204               | 62.151         | 96.661          | 61.7             | 23.8            | 65.0           | 85.5            | 27               | 28                | 38              | 37             | 20              | 73               | 17                | 75               |
| 16             | 0.203               | 62.424         | 96.646          | 69.0             | 27.4            | 72.4           | 96.5            | 33               | 28                | 42              | 44             | 24              | 69               | 17                | 86               |
| 17             | 0.202               | 62.698         | 96.632          | 76.3             | 31.1            | 79.7           | 7.4             | 40               | 29                | 45              | 51             | 28              | 66               | 18                | 96               |
| 18             | 0.200               | 62.972         | 96.617          | 83.7             | 34.7            | 87.0           | 18.4            | 46               | 29                | 49              | 58             | 31              | 62               | 18                | 7                |
| 19             | 0.199               | 63.246         | 96.602          | 91.0             | 38.3            | 94.4           | 29.3            | 52               | 30                | 53              | 64             | 35              | 58               | 18                | 17               |
| 20             | 0.198               | 63.519         | 96.587          | 98.3             | 42.0            | 1.7            | 40.3            | 58               | 30                | 56              | 71             | 39              | 55               | 18                | 28               |
| 21             | 0.196               | 63.793         | 96.573          | 5.6              | 45.6            | 9.0            | 51.2            | 65               | 31                | 60              | 78             | 42              | 51               | 18                | 38               |
| 22             | 0.195               | 64.067         | 96.558          | 12.9             | 49.2            | 16.4           | 62.2            | 71               | 32                | 64              | 85             | 46              | 47               | 18                | 49               |
| 23             | 0.194               | 64.341         | 96.543          | 20.3             | 52.9            | 23.7           | 73.1            | 77               | 32                | 67              | 92             | 49              | 44               | 18                | 59               |
| 24             | 0.192               | 64.615         | 96.529          | 27.6             | 56.5            | 31.1           | 84.1            | 84               | 33                | 71              | 98             | 53              | 40               | 18                | 69               |
| 25             | 0.191               | 64.888         | 96.514          | 34.9             | 60.1            | 38.4           | 95.0            | 90               | 33                | 75              | 5              | 57              | 36               | 18                | 80               |
| 26             | 0.190               | 65.162         | 96.499          | 42.2             | 63.7            | 45.7           | 6.0             | 96               | 34                | 78              | 12             | 60              | 33               | 18                | 90               |
| 27             | 0.189               | 65.436         | 96.484          | 49.5             | 67.4            | 53.1           | 16.9            | 2                | 34                | 82              | 19             | 64              | 29               | 18                | 1                |
| 28             | 0.187               | 65.710         | 96.470          | 56.9             | 71.0            | 60.4           | 27.9            | 9                | 35                | 86              | 25             | 67              | 25               | 18                | 11               |
| 29             | 0.186               | 65.984         | 96.455          | 64.2             | 74.6            | 67.7           | 38.8            | 15               | 36                | 90              | 32             | 71              | 22               | 18                | 22               |
| 30             | 0.185               | 66.257         | 96.440          | 71.5             | 78.3            | 75.1           | 49.8            | 21               | 36                | 93              | 39             | 75              | 18               | 19                | 32               |
| 31             | 0.183               | 66.531         | 96.426          | 78.8             | 81.9            | 82.4           | 60.7            | 28               | 37                | 97              | 46             | 78              | 15               | 19                | 43               |

Tafel Xb.

| Monats-<br>Tag | $\Delta \varepsilon_d$ | $I_d$  | $II_d$ | $III_d$ | $IV_d$ | $V_d$ | $VI_d$ | $VII_d$ | $VIII_d$ | $IX_d$ | $X_d$ | $XI_d$ | $XII_d$ | $XIII_d$ | $XIV_d$ |
|----------------|------------------------|--------|--------|---------|--------|-------|--------|---------|----------|--------|-------|--------|---------|----------|---------|
| September      |                        |        |        |         |        |       |        |         |          |        |       |        |         |          |         |
| 1              | 0° 182                 | 66.805 | 96.411 | 86.1    | 85.5   | 89.7  | 71.6   | 34      | 37       | 1      | 53    | 82     | 11      | 19       | 53      |
| 2              | 0. 181                 | 67.079 | 96.396 | 93.5    | 89.1   | 97.1  | 82.6   | 40      | 38       | 4      | 59    | 86     | 7       | 19       | 64      |
| 3              | 0. 179                 | 67.353 | 96.381 | 0.8     | 92.8   | 4.4   | 93.5   | 46      | 38       | 8      | 66    | 89     | 4       | 19       | 74      |
| 4              | 0. 178                 | 67.626 | 96.367 | 8.1     | 96.4   | 11.7  | 4.5    | 53      | 39       | 12     | 73    | 93     | 0       | 19       | 85      |
| 5              | 0. 177                 | 67.900 | 96.352 | 15.4    | 0.0    | 19.1  | 15.4   | 59      | 39       | 15     | 80    | 96     | 96      | 19       | 95      |
| 6              | 0. 176                 | 68.174 | 96.337 | 22.7    | 3.7    | 26.4  | 26.4   | 65      | 40       | 19     | 86    | 0      | 93      | 19       | 5       |
| 7              | 0. 174                 | 68.448 | 96.323 | 30.1    | 7.3    | 33.7  | 37.3   | 72      | 41       | 23     | 93    | 4      | 89      | 19       | 16      |
| 8              | 0. 173                 | 68.722 | 96.308 | 37.4    | 10.9   | 41.1  | 48.3   | 78      | 41       | 26     | 0     | 7      | 85      | 19       | 26      |
| 9              | 0. 172                 | 68.995 | 96.293 | 44.7    | 14.5   | 48.4  | 59.2   | 84      | 42       | 30     | 7     | 11     | 82      | 19       | 37      |
| 10             | 0. 170                 | 69.269 | 96.279 | 52.0    | 18.2   | 55.7  | 70.2   | 90      | 42       | 34     | 13    | 14     | 78      | 19       | 47      |
| 11             | 0. 169                 | 69.543 | 96.264 | 59.3    | 21.8   | 63.1  | 81.1   | 97      | 43       | 38     | 20    | 18     | 74      | 19       | 58      |
| 12             | 0. 168                 | 69.817 | 96.249 | 66.7    | 25.4   | 70.4  | 92.1   | 3       | 43       | 41     | 27    | 22     | 71      | 20       | 68      |
| 13             | 0. 166                 | 70.090 | 96.234 | 74.0    | 29.1   | 77.8  | 3.0    | 9       | 44       | 45     | 34    | 25     | 67      | 20       | 79      |
| 14             | 0. 165                 | 70.364 | 96.220 | 81.3    | 32.7   | 85.1  | 14.0   | 16      | 45       | 49     | 41    | 29     | 64      | 20       | 89      |
| 15             | 0. 164                 | 70.638 | 96.205 | 88.6    | 36.3   | 92.4  | 24.9   | 22      | 45       | 52     | 47    | 33     | 60      | 20       | 0       |
| 16             | 0. 163                 | 70.912 | 96.190 | 95.9    | 40.0   | 99.8  | 35.9   | 28      | 46       | 56     | 54    | 36     | 56      | 20       | 10      |
| 17             | 0. 161                 | 71.186 | 96.176 | 3.3     | 43.6   | 7.1   | 46.8   | 34      | 46       | 60     | 61    | 40     | 53      | 20       | 21      |
| 18             | 0. 160                 | 71.459 | 96.161 | 10.6    | 47.2   | 14.4  | 57.8   | 41      | 47       | 63     | 68    | 43     | 49      | 20       | 31      |
| 19             | 0. 159                 | 71.733 | 96.146 | 17.9    | 50.8   | 21.8  | 68.7   | 47      | 47       | 67     | 74    | 47     | 45      | 20       | 41      |
| 20             | 0. 157                 | 72.007 | 96.131 | 25.2    | 54.5   | 29.1  | 79.7   | 53      | 48       | 71     | 81    | 51     | 42      | 20       | 52      |
| 21             | 0. 156                 | 72.281 | 96.117 | 32.5    | 58.1   | 36.4  | 90.6   | 60      | 48       | 74     | 88    | 54     | 38      | 20       | 62      |
| 22             | 0. 155                 | 72.555 | 96.102 | 39.9    | 61.7   | 43.8  | 1.6    | 66      | 49       | 78     | 95    | 58     | 34      | 20       | 73      |
| 23             | 0. 153                 | 72.828 | 96.087 | 47.2    | 65.4   | 51.1  | 12.5   | 72      | 50       | 82     | 2     | 61     | 31      | 20       | 83      |
| 24             | 0. 152                 | 73.102 | 96.073 | 54.5    | 69.0   | 58.4  | 23.5   | 78      | 50       | 86     | 8     | 65     | 27      | 20       | 94      |
| 25             | 0. 151                 | 73.376 | 96.058 | 61.8    | 72.6   | 65.8  | 34.4   | 85      | 51       | 89     | 15    | 69     | 23      | 21       | 4       |
| 26             | 0. 149                 | 73.650 | 96.043 | 69.1    | 76.2   | 73.1  | 45.4   | 91      | 51       | 93     | 22    | 72     | 20      | 21       | 15      |
| 27             | 0. 148                 | 73.924 | 96.028 | 76.5    | 79.9   | 80.4  | 56.3   | 97      | 52       | 97     | 29    | 76     | 16      | 21       | 25      |
| 28             | 0. 147                 | 74.197 | 96.014 | 83.8    | 83.5   | 87.8  | 67.3   | 4       | 52       | 0      | 35    | 80     | 13      | 21       | 36      |
| 29             | 0. 146                 | 74.471 | 95.999 | 91.1    | 87.1   | 95.1  | 78.2   | 10      | 53       | 4      | 42    | 83     | 9       | 21       | 46      |
| 30             | 0. 144                 | 74.745 | 95.984 | 98.4    | 90.8   | 2.4   | 89.2   | 16      | 54       | 8      | 49    | 87     | 5       | 21       | 57      |
| October        |                        |        |        |         |        |       |        |         |          |        |       |        |         |          |         |
| 1              | 0. 143                 | 75.019 | 95.970 | 5.7     | 94.4   | 9.8   | 0.1    | 23      | 54       | 11     | 56    | 90     | 2       | 21       | 67      |
| 2              | 0. 142                 | 75.292 | 95.955 | 13.1    | 98.0   | 17.1  | 11.1   | 29      | 55       | 15     | 62    | 94     | 98      | 21       | 78      |
| 3              | 0. 140                 | 75.566 | 95.940 | 20.4    | 1.6    | 24.5  | 22.0   | 35      | 55       | 19     | 69    | 98     | 94      | 21       | 88      |
| 4              | 0. 139                 | 75.840 | 95.925 | 27.7    | 5.3    | 31.8  | 33.0   | 41      | 56       | 22     | 76    | 1      | 91      | 21       | 98      |
| 5              | 0. 138                 | 76.114 | 95.911 | 35.0    | 8.9    | 39.1  | 43.9   | 48      | 56       | 26     | 83    | 5      | 87      | 21       | 9       |
| 6              | 0. 136                 | 76.388 | 95.896 | 42.3    | 12.5   | 46.5  | 54.9   | 54      | 57       | 30     | 90    | 8      | 83      | 21       | 19      |
| 7              | 0. 135                 | 76.661 | 95.881 | 49.7    | 16.2   | 53.8  | 65.8   | 60      | 57       | 33     | 96    | 12     | 80      | 21       | 30      |
| 8              | 0. 134                 | 76.935 | 95.867 | 57.0    | 19.8   | 61.1  | 76.8   | 67      | 58       | 37     | 3     | 16     | 76      | 22       | 40      |
| 9              | 0. 133                 | 77.209 | 95.852 | 64.3    | 23.4   | 68.5  | 87.7   | 73      | 59       | 41     | 10    | 19     | 72      | 22       | 51      |
| 10             | 0. 131                 | 77.483 | 95.837 | 71.6    | 27.1   | 75.8  | 98.7   | 79      | 59       | 45     | 17    | 23     | 69      | 22       | 61      |
| 11             | 0. 130                 | 77.757 | 95.823 | 78.9    | 30.7   | 83.1  | 9.6    | 85      | 60       | 48     | 23    | 27     | 65      | 22       | 72      |
| 12             | 0. 129                 | 78.030 | 95.808 | 86.3    | 34.3   | 90.5  | 20.6   | 92      | 60       | 52     | 30    | 30     | 61      | 22       | 82      |
| 13             | 0. 127                 | 78.304 | 95.793 | 93.6    | 37.9   | 97.8  | 31.5   | 98      | 61       | 56     | 37    | 34     | 58      | 22       | 93      |
| 14             | 0. 126                 | 78.578 | 95.778 | 0.9     | 41.6   | 5.1   | 42.5   | 4       | 61       | 59     | 44    | 37     | 54      | 22       | 3       |
| 15             | 0. 125                 | 78.852 | 95.764 | 8.2     | 45.2   | 12.5  | 53.4   | 11      | 62       | 63     | 51    | 41     | 51      | 22       | 14      |
| 16             | 0. 123                 | 79.126 | 95.749 | 15.5    | 48.8   | 19.8  | 64.4   | 17      | 63       | 67     | 57    | 45     | 47      | 22       | 24      |
| 17             | 0. 122                 | 79.399 | 95.734 | 22.9    | 52.5   | 27.1  | 75.3   | 23      | 63       | 70     | 64    | 48     | 43      | 22       | 34      |
| 18             | 0. 121                 | 79.673 | 95.720 | 30.2    | 56.1   | 34.5  | 86.3   | 29      | 64       | 74     | 71    | 52     | 40      | 22       | 45      |
| 19             | 0. 120                 | 79.947 | 95.705 | 37.5    | 59.7   | 41.8  | 97.2   | 36      | 64       | 78     | 78    | 55     | 36      | 22       | 55      |
| 20             | 0. 118                 | 80.221 | 95.690 | 44.8    | 63.3   | 49.1  | 8.1    | 42      | 65       | 81     | 84    | 59     | 32      | 22       | 66      |
| 21             | 0. 117                 | 80.495 | 95.675 | 52.1    | 67.0   | 56.5  | 19.1   | 48      | 65       | 85     | 91    | 63     | 29      | 23       | 76      |
| 22             | 0. 115                 | 80.768 | 95.661 | 59.5    | 70.6   | 63.8  | 30.1   | 55      | 66       | 89     | 98    | 66     | 25      | 23       | 87      |
| 23             | 0. 114                 | 81.042 | 95.646 | 66.8    | 74.2   | 71.1  | 41.0   | 61      | 66       | 93     | 5     | 70     | 21      | 23       | 97      |
| 24             | 0. 113                 | 81.316 | 95.631 | 74.1    | 77.9   | 78.5  | 52.0   | 67      | 67       | 96     | 11    | 73     | 18      | 23       | 8       |
| 25             | 0. 112                 | 81.590 | 95.617 | 81.4    | 81.5   | 85.8  | 62.9   | 73      | 68       | 0      | 18    | 77     | 14      | 23       | 18      |
| 26             | 0. 110                 | 81.863 | 95.602 | 88.7    | 85.1   | 93.2  | 73.9   | 80      | 68       | 4      | 25    | 81     | 10      | 23       | 29      |
| 27             | 0. 109                 | 82.137 | 95.587 | 96.1    | 88.7   | 0.5   | 84.8   | 86      | 69       | 7      | 32    | 84     | 7       | 23       | 39      |
| 28             | 0. 108                 | 82.411 | 95.572 | 3.4     | 92.4   | 7.8   | 95.8   | 92      | 69       | 11     | 39    | 88     | 3       | 23       | 50      |
| 29             | 0. 106                 | 82.685 | 95.558 | 10.7    | 96.0   | 15.2  | 6.7    | 99      | 70       | 15     | 45    | 92     | 0       | 23       | 60      |
| 30             | 0. 105                 | 82.959 | 95.543 | 18.0    | 99.6   | 22.5  | 17.7   | 5       | 70       | 18     | 52    | 95     | 96      | 23       | 71      |
| 31             | 0. 104                 | 83.232 | 95.528 | 25.3    | 3.3    | 29.8  | 28.6   | 11      | 71       | 22     | 59    | 99     | 92      | 23       | 81      |

Tafel X B.

| Monats-<br>Tag | $\Delta \epsilon_d$ | I <sub>d</sub> | II <sub>d</sub> | III <sub>d</sub> | IV <sub>d</sub> | V <sub>d</sub> | VI <sub>d</sub> | VII <sub>d</sub> | VIII <sub>d</sub> | IX <sub>d</sub> | X <sub>d</sub> | XI <sub>d</sub> | XII <sub>d</sub> | XIII <sub>d</sub> | XIV <sub>d</sub> |
|----------------|---------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| November       |                     |                |                 |                  |                 |                |                 |                  |                   |                 |                |                 |                  |                   |                  |
| 1              | 0"103               | 83.506         | 95.514          | 32.7             | 6.9             | 37.2           | 39.6            | 17               | 72                | 26              | 66             | 2               | 89               | 23                | 91               |
| 2              | 0.101               | 83.780         | 95.499          | 40.0             | 10.5            | 44.5           | 50.5            | 24               | 72                | 29              | 72             | 6               | 85               | 23                | 2                |
| 3              | 0.100               | 84.054         | 95.484          | 47.3             | 14.2            | 51.8           | 61.5            | 30               | 73                | 33              | 79             | 10              | 81               | 24                | 12               |
| 4              | 0.099               | 84.328         | 95.470          | 54.6             | 17.8            | 59.2           | 72.4            | 36               | 73                | 37              | 86             | 13              | 78               | 24                | 23               |
| 5              | 0.097               | 84.601         | 95.455          | 61.9             | 21.4            | 66.5           | 83.4            | 43               | 74                | 41              | 93             | 17              | 74               | 24                | 33               |
| 6              | 0.096               | 84.875         | 95.440          | 69.3             | 25.0            | 73.8           | 94.3            | 49               | 74                | 44              | 0              | 20              | 70               | 24                | 44               |
| 7              | 0.095               | 85.149         | 95.425          | 76.6             | 28.7            | 81.2           | 5.3             | 55               | 75                | 48              | 6              | 24              | 67               | 24                | 54               |
| 8              | 0.093               | 85.423         | 95.411          | 83.9             | 32.3            | 88.5           | 16.2            | 61               | 75                | 52              | 13             | 28              | 63               | 24                | 65               |
| 9              | 0.092               | 85.697         | 95.396          | 91.2             | 35.9            | 95.8           | 27.2            | 68               | 76                | 55              | 20             | 31              | 59               | 24                | 75               |
| 10             | 0.091               | 85.970         | 95.381          | 98.5             | 39.6            | 3.2            | 38.1            | 74               | 77                | 59              | 27             | 35              | 56               | 24                | 86               |
| 11             | 0.090               | 86.244         | 95.367          | 5.9              | 43.2            | 10.5           | 49.1            | 80               | 77                | 63              | 33             | 39              | 52               | 24                | 96               |
| 12             | 0.088               | 86.518         | 95.352          | 13.2             | 46.8            | 17.8           | 60.0            | 87               | 78                | 66              | 40             | 42              | 49               | 24                | 7                |
| 13             | 0.087               | 86.792         | 95.337          | 20.5             | 50.4            | 25.2           | 71.0            | 93               | 78                | 70              | 47             | 46              | 45               | 24                | 17               |
| 14             | 0.086               | 87.066         | 95.322          | 27.8             | 54.1            | 32.5           | 81.9            | 99               | 79                | 74              | 54             | 49              | 41               | 24                | 27               |
| 15             | 0.084               | 87.339         | 95.308          | 35.2             | 57.7            | 39.9           | 92.9            | 5                | 79                | 77              | 60             | 53              | 38               | 24                | 38               |
| 16             | 0.083               | 87.613         | 95.293          | 42.5             | 61.3            | 47.2           | 3.8             | 12               | 80                | 81              | 67             | 57              | 34               | 25                | 48               |
| 17             | 0.082               | 87.887         | 95.278          | 49.8             | 65.0            | 54.5           | 14.8            | 18               | 80                | 85              | 74             | 60              | 30               | 25                | 59               |
| 18             | 0.080               | 88.161         | 95.264          | 57.1             | 68.6            | 61.9           | 25.7            | 24               | 81                | 89              | 81             | 64              | 27               | 25                | 69               |
| 19             | 0.079               | 88.434         | 95.249          | 64.4             | 72.2            | 69.2           | 36.7            | 31               | 82                | 92              | 88             | 67              | 23               | 25                | 80               |
| 20             | 0.078               | 88.708         | 95.234          | 71.8             | 75.8            | 76.5           | 47.6            | 37               | 82                | 96              | 94             | 71              | 19               | 25                | 90               |
| 21             | 0.076               | 88.982         | 95.219          | 79.1             | 79.5            | 83.9           | 58.6            | 43               | 83                | 0               | 1              | 75              | 16               | 25                | 1                |
| 22             | 0.075               | 89.256         | 95.205          | 86.4             | 83.1            | 91.2           | 69.5            | 49               | 83                | 3               | 8              | 78              | 12               | 25                | 11               |
| 23             | 0.074               | 89.530         | 95.190          | 93.7             | 86.7            | 98.5           | 80.4            | 56               | 84                | 7               | 15             | 82              | 8                | 25                | 22               |
| 24             | 0.073               | 89.803         | 95.175          | 1.0              | 90.4            | 5.9            | 91.4            | 62               | 84                | 11              | 21             | 86              | 5                | 25                | 32               |
| 25             | 0.071               | 90.077         | 95.161          | 8.4              | 94.0            | 13.2           | 2.3             | 68               | 85                | 14              | 28             | 89              | 1                | 25                | 43               |
| 26             | 0.070               | 90.351         | 95.146          | 15.7             | 97.6            | 20.5           | 13.3            | 75               | 86                | 18              | 35             | 93              | 98               | 25                | 53               |
| 27             | 0.069               | 90.625         | 95.131          | 23.0             | 1.3             | 27.9           | 24.2            | 81               | 86                | 22              | 42             | 96              | 94               | 25                | 64               |
| 28             | 0.067               | 90.899         | 95.116          | 30.3             | 4.9             | 35.2           | 35.2            | 87               | 87                | 25              | 49             | 0               | 90               | 25                | 74               |
| 29             | 0.066               | 91.172         | 95.102          | 37.6             | 8.5             | 42.5           | 46.1            | 93               | 87                | 29              | 55             | 4               | 87               | 26                | 84               |
| 30             | 0.065               | 91.446         | 95.087          | 45.0             | 12.1            | 49.9           | 57.1            | 0                | 88                | 33              | 62             | 7               | 83               | 26                | 95               |
| December       |                     |                |                 |                  |                 |                |                 |                  |                   |                 |                |                 |                  |                   |                  |
| 1              | 0.063               | 91.720         | 95.072          | 52.3             | 15.8            | 57.2           | 68.0            | 6                | 88                | 36              | 69             | 11              | 79               | 26                | 5                |
| 2              | 0.062               | 91.994         | 95.058          | 59.6             | 19.4            | 64.5           | 79.0            | 12               | 89                | 40              | 76             | 14              | 76               | 26                | 16               |
| 3              | 0.061               | 92.268         | 95.043          | 66.9             | 23.0            | 71.8           | 89.9            | 19               | 89                | 44              | 82             | 18              | 72               | 26                | 26               |
| 4              | 0.060               | 92.541         | 95.028          | 74.2             | 26.7            | 79.2           | 0.9             | 25               | 90                | 48              | 89             | 22              | 68               | 26                | 37               |
| 5              | 0.058               | 92.815         | 95.014          | 81.6             | 30.3            | 86.6           | 11.8            | 31               | 91                | 51              | 96             | 25              | 65               | 26                | 47               |
| 6              | 0.057               | 93.089         | 94.999          | 88.9             | 33.9            | 93.9           | 22.8            | 37               | 91                | 55              | 3              | 29              | 61               | 26                | 58               |
| 7              | 0.056               | 93.363         | 94.984          | 96.2             | 37.5            | 1.2            | 33.7            | 44               | 92                | 59              | 9              | 33              | 57               | 26                | 68               |
| 8              | 0.054               | 93.636         | 94.969          | 3.5              | 41.2            | 8.6            | 44.7            | 50               | 92                | 62              | 16             | 36              | 54               | 26                | 79               |
| 9              | 0.053               | 93.910         | 94.955          | 10.8             | 44.8            | 15.9           | 55.6            | 56               | 93                | 66              | 23             | 40              | 50               | 26                | 89               |
| 10             | 0.052               | 94.184         | 94.940          | 18.2             | 48.4            | 23.2           | 66.6            | 63               | 93                | 70              | 30             | 43              | 46               | 26                | 0                |
| 11             | 0.050               | 94.458         | 94.925          | 25.5             | 52.1            | 30.6           | 77.5            | 69               | 94                | 73              | 37             | 47              | 43               | 26                | 10               |
| 12             | 0.049               | 94.732         | 94.911          | 32.8             | 55.7            | 37.9           | 88.5            | 75               | 95                | 77              | 43             | 51              | 39               | 27                | 20               |
| 13             | 0.048               | 95.005         | 94.896          | 40.1             | 59.3            | 45.2           | 99.4            | 81               | 95                | 81              | 50             | 54              | 36               | 27                | 31               |
| 14             | 0.047               | 95.279         | 94.881          | 47.4             | 62.9            | 52.6           | 10.4            | 88               | 96                | 84              | 57             | 58              | 32               | 27                | 41               |
| 15             | 0.045               | 95.553         | 94.866          | 54.8             | 66.6            | 59.9           | 21.3            | 94               | 96                | 88              | 64             | 61              | 28               | 27                | 52               |
| 16             | 0.044               | 95.827         | 94.852          | 62.1             | 70.2            | 67.2           | 32.3            | 0                | 97                | 92              | 70             | 65              | 25               | 27                | 62               |
| 17             | 0.043               | 96.101         | 94.837          | 69.4             | 73.8            | 74.6           | 43.2            | 7                | 97                | 96              | 77             | 69              | 21               | 27                | 73               |
| 18             | 0.041               | 96.374         | 94.822          | 76.7             | 77.5            | 81.9           | 54.2            | 13               | 98                | 99              | 84             | 72              | 17               | 27                | 83               |
| 19             | 0.040               | 96.648         | 94.808          | 84.0             | 81.1            | 89.2           | 65.1            | 19               | 98                | 3               | 91             | 76              | 14               | 27                | 94               |
| 20             | 0.039               | 96.922         | 94.793          | 91.4             | 84.7            | 96.6           | 76.1            | 25               | 99                | 7               | 98             | 80              | 10               | 27                | 4                |
| 21             | 0.037               | 97.196         | 94.778          | 98.7             | 88.4            | 3.9            | 87.0            | 32               | 0                 | 10              | 4              | 83              | 6                | 27                | 15               |
| 22             | 0.036               | 97.470         | 94.763          | 6.0              | 92.0            | 11.2           | 98.0            | 38               | 0                 | 14              | 11             | 87              | 3                | 27                | 25               |
| 23             | 0.035               | 97.743         | 94.749          | 13.3             | 95.6            | 18.6           | 8.9             | 44               | 1                 | 18              | 18             | 90              | 99               | 27                | 36               |
| 24             | 0.033               | 98.017         | 94.734          | 20.6             | 99.2            | 25.9           | 19.9            | 51               | 1                 | 21              | 25             | 94              | 95               | 27                | 46               |
| 25             | 0.032               | 98.291         | 94.719          | 28.0             | 2.9             | 33.2           | 30.8            | 57               | 2                 | 25              | 31             | 98              | 92               | 27                | 56               |
| 26             | 0.031               | 98.565         | 94.705          | 35.3             | 6.5             | 40.6           | 41.8            | 63               | 2                 | 29              | 38             | 1               | 88               | 28                | 67               |
| 27             | 0.030               | 98.839         | 94.690          | 42.6             | 10.1            | 47.9           | 52.7            | 69               | 3                 | 32              | 45             | 5               | 85               | 28                | 77               |
| 28             | 0.028               | 99.112         | 94.675          | 49.9             | 13.8            | 55.3           | 63.7            | 76               | 4                 | 36              | 52             | 8               | 81               | 28                | 88               |
| 29             | 0.027               | 99.386         | 94.660          | 57.2             | 17.4            | 62.6           | 74.6            | 82               | 4                 | 40              | 58             | 12              | 77               | 28                | 98               |
| 30             | 0.026               | 99.660         | 94.646          | 64.6             | 21.0            | 69.9           | 85.6            | 88               | 5                 | 44              | 65             | 16              | 74               | 28                | 9                |
| 31             | 0.024               | 99.934         | 94.631          | 71.9             | 24.6            | 77.3           | 96.5            | 95               | 5                 | 47              | 72             | 19              | 70               | 28                | 19               |

Tafel Xa.

vergl. pag. 240, 241, 242.

| S. | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess. | Aberr. | Parall-axe | Reduction der Breite | Arg I    | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess. | Aberr.  | Parall-axe | Reduction der Breite |       |   |         |   |          |     |          |      |       |     |         |   |
|----|-----------------|-------------|----------|--------|------------|----------------------|----------|-----------------|-------------|----------|---------|------------|----------------------|-------|---|---------|---|----------|-----|----------|------|-------|-----|---------|---|
| 0  | 1"151           | 0           | + 0"054  | 0      | + 11"165   | + 5                  | - 20"537 | - 10            | 8"874       | + 4      | + 0"016 | - 2        | 5.0                  | 1"024 | 0 | - 0"673 | 0 | + 13"677 | + 6 | - 20"429 | - 10 | 8"828 | + 4 | + 0"058 | - |
| 1  | 1.150           | 0           | + 0.038  | 0      | + 11.215   | + 5                  | - 20.535 | - 10            | 8.874       | + 4      | + 0.016 | - 2        | 5.1                  | 1.020 | 0 | - 0.685 | 0 | + 13.728 | + 6 | - 20.427 | - 10 | 8.827 | + 4 | + 0.059 | - |
| 2  | 1.149           | 0           | + 0.022  | 0      | + 11.265   | + 5                  | - 20.532 | - 10            | 8.873       | + 4      | + 0.017 | - 2        | 5.2                  | 1.015 | 0 | - 0.697 | 0 | + 13.778 | + 6 | - 20.425 | - 10 | 8.826 | + 4 | + 0.060 | - |
| 3  | 1.149           | 0           | + 0.006  | 0      | + 11.316   | + 5                  | - 20.530 | - 10            | 8.872       | + 4      | + 0.018 | - 2        | 5.3                  | 1.011 | 0 | - 0.709 | 0 | + 13.828 | + 6 | - 20.423 | - 10 | 8.825 | + 4 | + 0.061 | - |
| 4  | 1.148           | 0           | - 0.010  | 0      | + 11.366   | + 5                  | - 20.528 | - 10            | 8.871       | + 4      | + 0.019 | - 2        | 5.4                  | 1.006 | 0 | - 0.721 | 0 | + 13.878 | + 6 | - 20.421 | - 10 | 8.824 | + 4 | + 0.062 | - |
| 5  | 1.147           | 0           | - 0.025  | 0      | + 11.416   | + 5                  | - 20.526 | - 10            | 8.870       | + 4      | + 0.019 | - 2        | 5.5                  | 1.002 | 0 | - 0.733 | 0 | + 13.928 | + 6 | - 20.419 | - 10 | 8.823 | + 4 | + 0.063 | - |
| 5  | 1.146           | 0           | - 0.041  | 0      | + 11.466   | + 5                  | - 20.524 | - 10            | 8.869       | + 4      | + 0.020 | - 2        | 5.6                  | 0.997 | 0 | - 0.744 | 0 | + 13.979 | + 6 | - 20.417 | - 10 | 8.822 | + 4 | + 0.064 | - |
| 7  | 1.145           | 0           | - 0.057  | 0      | + 11.517   | + 5                  | - 20.522 | - 10            | 8.868       | + 4      | + 0.021 | - 2        | 5.7                  | 0.992 | 0 | - 0.756 | 0 | + 14.029 | + 6 | - 20.414 | - 10 | 8.822 | + 4 | + 0.065 | - |
| 1  | 1.144           | 0           | - 0.073  | 0      | + 11.567   | + 5                  | - 20.519 | - 10            | 8.867       | + 4      | + 0.022 | - 2        | 5.8                  | 0.987 | 0 | - 0.767 | 0 | + 14.079 | + 6 | - 20.412 | - 10 | 8.821 | + 4 | + 0.066 | - |
| 1  | 1.143           | 0           | - 0.088  | 0      | + 11.617   | + 5                  | - 20.517 | - 10            | 8.866       | + 4      | + 0.022 | - 2        | 5.9                  | 0.982 | 0 | - 0.778 | 0 | + 14.129 | + 6 | - 20.410 | - 10 | 8.820 | + 4 | + 0.067 | - |
| 1  | 1.142           | 0           | - 0.104  | 0      | + 11.667   | + 5                  | - 20.515 | - 10            | 8.865       | + 4      | + 0.023 | - 2        | 6.0                  | 0.977 | 0 | - 0.789 | 0 | + 14.180 | + 6 | - 20.408 | - 10 | 8.819 | + 4 | + 0.068 | - |
| 1  | 1.140           | 0           | - 0.119  | 0      | + 11.718   | + 5                  | - 20.513 | - 10            | 8.864       | + 4      | + 0.024 | - 2        | 6.1                  | 0.972 | 0 | - 0.800 | 0 | + 14.230 | + 6 | - 20.406 | - 10 | 8.818 | + 4 | + 0.069 | - |
| 1  | 1.139           | 0           | - 0.135  | 0      | + 11.768   | + 5                  | - 20.511 | - 10            | 8.863       | + 4      | + 0.025 | - 2        | 6.2                  | 0.967 | 0 | - 0.810 | 0 | + 14.280 | + 6 | - 20.404 | - 10 | 8.817 | + 4 | + 0.070 | - |
| 1  | 1.137           | 0           | - 0.151  | 0      | + 11.818   | + 5                  | - 20.509 | - 10            | 8.862       | + 4      | + 0.026 | - 2        | 6.3                  | 0.962 | 0 | - 0.821 | 0 | + 14.330 | + 6 | - 20.402 | - 10 | 8.816 | + 4 | + 0.071 | - |
| 1  | 1.135           | 0           | - 0.166  | 0      | + 11.868   | + 5                  | - 20.506 | - 10            | 8.861       | + 4      | + 0.026 | - 2        | 6.4                  | 0.957 | 0 | - 0.831 | 0 | + 14.381 | + 6 | - 20.400 | - 10 | 8.815 | + 4 | + 0.072 | - |
| 1  | 1.134           | 0           | - 0.182  | 0      | + 11.919   | + 5                  | - 20.504 | - 10            | 8.861       | + 4      | + 0.027 | - 2        | 6.5                  | 0.952 | 0 | - 0.842 | 0 | + 14.431 | + 6 | - 20.398 | - 10 | 8.814 | + 4 | + 0.073 | - |
| 1  | 1.132           | 0           | - 0.197  | 0      | + 11.969   | + 5                  | - 20.502 | - 10            | 8.860       | + 4      | + 0.028 | - 2        | 6.6                  | 0.946 | 0 | - 0.852 | 0 | + 14.481 | + 7 | - 20.396 | - 10 | 8.813 | + 4 | + 0.074 | - |
| 1  | 1.130           | 0           | - 0.212  | 0      | + 12.019   | + 5                  | - 20.500 | - 10            | 8.859       | + 4      | + 0.029 | - 2        | 6.7                  | 0.941 | 0 | - 0.862 | 0 | + 14.531 | + 7 | - 20.394 | - 10 | 8.813 | + 4 | + 0.074 | - |
| 1  | 1.128           | 0           | - 0.228  | 0      | + 12.069   | + 5                  | - 20.498 | - 10            | 8.858       | + 4      | + 0.030 | - 2        | 6.8                  | 0.936 | 0 | - 0.872 | 0 | + 14.582 | + 7 | - 20.392 | - 10 | 8.812 | + 4 | + 0.075 | - |
| 1  | 1.126           | 0           | - 0.243  | 0      | + 12.120   | + 5                  | - 20.496 | - 10            | 8.857       | + 4      | + 0.031 | - 2        | 6.9                  | 0.930 | 0 | - 0.881 | 0 | + 14.632 | + 7 | - 20.389 | - 10 | 8.811 | + 4 | + 0.076 | - |
| 1  | 1.124           | 0           | - 0.258  | 0      | + 12.170   | + 5                  | - 20.494 | - 10            | 8.856       | + 4      | + 0.031 | - 2        | 7.0                  | 0.925 | 0 | - 0.891 | 0 | + 14.682 | + 7 | - 20.387 | - 10 | 8.810 | + 4 | + 0.077 | - |
| 1  | 1.122           | 0           | - 0.273  | 0      | + 12.220   | + 5                  | - 20.491 | - 10            | 8.855       | + 4      | + 0.032 | - 2        | 7.1                  | 0.919 | 0 | - 0.900 | 0 | + 14.732 | + 7 | - 20.385 | - 10 | 8.809 | + 4 | + 0.078 | - |
| 2  | 1.119           | 0           | - 0.288  | 0      | + 12.270   | + 6                  | - 20.489 | - 10            | 8.854       | + 4      | + 0.033 | - 2        | 7.2                  | 0.914 | 0 | - 0.909 | 0 | + 14.783 | + 7 | - 20.383 | - 10 | 8.808 | + 4 | + 0.079 | - |
| 3  | 1.117           | 0           | - 0.303  | 0      | + 12.321   | + 6                  | - 20.487 | - 10            | 8.853       | + 4      | + 0.034 | - 2        | 7.3                  | 0.908 | 0 | - 0.918 | 0 | + 14.833 | + 7 | - 20.381 | - 10 | 8.807 | + 4 | + 0.080 | - |
| 4  | 1.115           | 0           | - 0.318  | 0      | + 12.371   | + 6                  | - 20.485 | - 10            | 8.852       | + 4      | + 0.035 | - 2        | 7.4                  | 0.902 | 0 | - 0.927 | 0 | + 14.883 | + 7 | - 20.379 | - 10 | 8.806 | + 4 | + 0.081 | - |
| 5  | 1.112           | 0           | - 0.333  | 0      | + 12.421   | + 6                  | - 20.483 | - 10            | 8.851       | + 4      | + 0.036 | - 2        | 7.5                  | 0.897 | 0 | - 0.936 | 0 | + 14.933 | + 7 | - 20.377 | - 10 | 8.805 | + 4 | + 0.082 | - |
| 6  | 1.109           | 0           | - 0.347  | 0      | + 12.471   | + 6                  | - 20.481 | - 10            | 8.850       | + 4      | + 0.036 | - 2        | 7.6                  | 0.891 | 0 | - 0.944 | 0 | + 14.984 | + 7 | - 20.375 | - 10 | 8.805 | + 4 | + 0.083 | - |
| 7  | 1.107           | 0           | - 0.362  | 0      | + 12.522   | + 6                  | - 20.478 | - 10            | 8.849       | + 4      | + 0.037 | - 2        | 7.7                  | 0.885 | 0 | - 0.953 | 0 | + 15.034 | + 7 | - 20.373 | - 10 | 8.804 | + 4 | + 0.084 | - |
| 8  | 1.104           | 0           | - 0.376  | 0      | + 12.572   | + 6                  | - 20.476 | - 10            | 8.848       | + 5      | + 0.038 | - 2        | 7.8                  | 0.879 | 0 | - 0.961 | 0 | + 15.084 | + 7 | - 20.371 | - 10 | 8.803 | + 4 | + 0.085 | - |
| 8  | 1.101           | 0           | - 0.391  | 0      | + 12.622   | + 6                  | - 20.474 | - 10            | 8.847       | + 5      | + 0.039 | - 2        | 7.9                  | 0.873 | 0 | - 0.969 | 0 | + 15.134 | + 7 | - 20.369 | - 10 | 8.802 | + 4 | + 0.086 | - |
| 0  | 1.098           | 0           | - 0.405  | 0      | + 12.672   | + 6                  | - 20.472 | - 10            | 8.847       | + 5      | + 0.040 | - 2        | 8.0                  | 0.867 | 0 | - 0.977 | 0 | + 15.185 | + 7 | - 20.367 | - 10 | 8.801 | + 4 | + 0.087 | - |
| 1  | 1.095           | 0           | - 0.420  | 0      | + 12.723   | + 6                  | - 20.470 | - 10            | 8.846       | + 5      | + 0.041 | - 2        | 8.1                  | 0.861 | 0 | - 0.984 | 0 | + 15.235 | + 7 | - 20.365 | - 10 | 8.800 | + 4 | + 0.088 | - |
| 1  | 1.092           | 0           | - 0.434  | 0      | + 12.773   | + 6                  | - 20.468 | - 10            | 8.845       | + 5      | + 0.042 | - 2        | 8.2                  | 0.855 | 0 | - 0.992 | 0 | + 15.285 | + 7 | - 20.363 | - 10 | 8.799 | + 4 | + 0.089 | - |
| 1  | 1.089           | 0           | - 0.448  | 0      | + 12.823   | + 6                  | - 20.466 | - 10            | 8.844       | + 5      | + 0.042 | - 2        | 8.3                  | 0.849 | 0 | - 0.999 | 0 | + 15.335 | + 7 | - 20.361 | - 10 | 8.798 | + 4 | + 0.090 | - |
| 1  | 1.086           | 0           | - 0.462  | 0      | + 12.873   | + 6                  | - 20.464 | - 10            | 8.843       | + 5      | + 0.043 | - 2        | 8.4                  | 0.843 | 0 | - 1.006 | 0 | + 15.386 | + 7 | - 20.359 | - 10 | 8.798 | + 4 | + 0.091 | - |
| 1  | 1.082           | 0           | - 0.476  | 0      | + 12.924   | + 6                  | - 20.461 | - 10            | 8.842       | + 5      | + 0.044 | - 2        | 8.5                  | 0.837 | 0 | - 1.013 | 0 | + 15.436 | + 7 | - 20.357 | - 10 | 8.797 | + 4 | + 0.092 | - |
| 1  | 1.079           | 0           | - 0.490  | 0      | + 12.974   | + 6                  | - 20.459 | - 10            | 8.841       | + 5      | + 0.045 | - 2        | 8.6                  | 0.831 | 0 | - 1.020 | 0 | + 15.486 | + 7 | - 20.355 | - 9  | 8.796 | + 4 | + 0.093 | - |
| 1  | 1.076           | 0           | - 0.504  | 0      | + 13.024   | + 6                  | - 20.457 | - 10            | 8.840       | + 5      | + 0.046 | - 2        | 8.7                  | 0.825 | 0 | - 1.027 | 0 | + 15.536 | + 7 | - 20.353 | - 9  | 8.795 | + 4 | + 0.094 | - |
| 1  | 1.072           | 0           | - 0.518  | 0      | + 13.074   | + 6                  | - 20.455 | - 10            | 8.839       | + 5      | + 0.047 | - 2        | 8.8                  | 0.819 | 0 | - 1.033 | 0 | + 15.587 | + 7 | - 20.351 | - 9  | 8.794 | + 4 | + 0.095 | - |
| 1  | 1.069           | 0           | - 0.531  | 0      | + 13.125   | + 6                  | - 20.453 | - 10            | 8.838       | + 5      | + 0.048 | - 2        | 8.9                  | 0.812 | 0 | - 1.040 | 0 | + 15.637 | + 7 | - 20.349 | - 9  | 8.793 | + 4 | + 0.096 | - |
| 1  | 1.065           | 0           | - 0.545  | 0      | + 13.175   | + 6                  | - 20.451 | - 10            | 8.837       | + 5      | + 0.049 | - 2        | 9.0                  | 0.806 | 0 | - 1.046 | 0 | + 15.687 | + 7 | - 20.347 | - 9  | 8.792 | + 4 | + 0.098 | - |
| 1  | 1.061           | 0           | - 0.558  | 0      | + 13.225   | + 6                  | - 20.448 | - 10            | 8.836       | + 5      | + 0.050 | - 2        | 9.1                  | 0.800 | 0 | - 1.052 | 0 | + 15.737 | + 7 | - 20.345 | - 9  | 8.792 | + 4 | + 0.099 | - |
| 1  | 1.057           | 0           | - 0.571  | 0      | + 13.275   | + 6                  | - 20.446 | - 10            | 8.835       | + 4      | + 0.051 | - 2        | 9.2                  | 0.793 | 0 | - 1.058 | 0 | + 15.788 | + 7 | - 20.343 | - 9  | 8.791 | + 4 | + 0.100 | - |
| 1  | 1.053           | 0           | - 0.584  | 0      | + 13.326   | + 6                  | - 20.444 | - 10            | 8.834       | + 4      | + 0.051 | - 2        | 9.3                  | 0.787 | 0 | - 1.063 | 0 | + 15.838 | + 7 | - 20.341 | - 9  | 8.790 | + 4 | + 0.101 | - |
| 1  | 1.049           | 0           | - 0.597  | 0      | + 13.376   | + 6                  | - 20.442 | - 10            | 8.833       | + 4      | + 0.052 | - 2        | 9.4                  | 0.780 | 0 | - 1.069 | 0 | + 15.888 | + 7 | - 20.339 | - 9  | 8.789 | + 4 | + 0.102 | - |
| 1  | 1.045           | 0           | - 0.610  | 0      | + 13.426   | + 6                  | - 20.440 | - 10            | 8.833       | + 4      | + 0.053 | - 2        | 9.5                  | 0.774 | 0 | - 1.074 | 0 | + 15.938 | + 7 | - 20.337 | - 9  | 8.788 | + 4 | + 0.103 | - |
| 1  | 1.041           | 0           | - 0.623  | 0      | + 13.476   | + 6                  | - 20.438 | - 10            | 8.832       | + 4      | + 0.054 | - 2        |                      |       |   |         |   |          |     |          |      |       |     |         |   |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_n - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimal  
esetzt.

Tafel Xa.

| Arg.<br>I | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.     | Aberr.       | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breite | Arg.<br>I | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.    | Aberr.       | Parall-<br>axe | $\delta$  |       |
|-----------|-----------------|-------------|--------------|--------------|----------------|-------------------------|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------------|----------------|-----------|-------|
| 10.0      | 0"742           | 0 - 1"097   | 0 + 16"190   | + 7 - 20"328 | - 9 8"784      | + 4 + 0"108             | - 2       | 15.0            | 0"412       | - 1 - 1"078 | + 2 + 18"702 | + 8 - 20"242   | - 8 8"747 | + 3 + |
| 10.1      | 0.735           | 0 - 1.101   | 0 + 16.240   | + 7 - 20.326 | - 9 8.783      | + 4 + 0.109             | - 2       | 15.1            | 0.406       | - 1 - 1.073 | + 2 + 18.752 | + 8 - 20.240   | - 8 8.746 | + 3 + |
| 10.2      | 0.729           | 0 - 1.105   | 0 + 16.290   | + 7 - 20.324 | - 9 8.782      | + 4 + 0.110             | - 2       | 15.2            | 0.400       | - 1 - 1.068 | + 2 + 18.802 | + 8 - 20.239   | - 8 8.746 | + 3 + |
| 10.3      | 0.722           | 0 - 1.109   | 0 + 16.340   | + 7 - 20.322 | - 9 8.782      | + 4 + 0.111             | - 2       | 15.3            | 0.394       | - 1 - 1.063 | + 2 + 18.853 | + 8 - 20.237   | - 8 8.745 | + 3 + |
| 10.4      | 0.715           | 0 - 1.113   | 0 + 16.391   | + 7 - 20.320 | - 9 8.781      | + 4 + 0.112             | - 2       | 15.4            | 0.388       | - 1 - 1.057 | + 2 + 18.903 | + 8 - 20.236   | - 7 8.744 | + 3 + |
| 10.5      | 0.709           | 0 - 1.116   | 0 + 16.441   | + 7 - 20.318 | - 9 8.780      | + 4 + 0.113             | - 2       | 15.5            | 0.382       | - 1 - 1.052 | + 2 + 18.953 | + 9 - 20.234   | - 7 8.744 | + 3 + |
| 10.6      | 0.702           | 0 - 1.119   | 0 + 16.491   | + 7 - 20.317 | - 9 8.779      | + 4 + 0.114             | - 2       | 15.6            | 0.376       | - 1 - 1.046 | + 2 + 19.003 | + 9 - 20.233   | - 7 8.743 | + 3 + |
| 10.7      | 0.695           | 0 - 1.123   | 0 + 16.541   | + 7 - 20.315 | - 9 8.778      | + 4 + 0.115             | - 2       | 15.7            | 0.369       | - 1 - 1.040 | + 2 + 19.054 | + 9 - 20.231   | - 7 8.743 | + 3 + |
| 10.8      | 0.689           | 0 - 1.125   | + 1 + 16.592 | + 7 - 20.313 | - 9 8.778      | + 4 + 0.116             | - 2       | 15.8            | 0.363       | - 1 - 1.034 | + 2 + 19.104 | + 9 - 20.230   | - 7 8.742 | + 3 + |
| 10.9      | 0.682           | 0 - 1.128   | + 1 + 16.642 | + 7 - 20.311 | - 9 8.777      | + 4 + 0.117             | - 2       | 15.9            | 0.358       | - 1 - 1.027 | + 2 + 19.154 | + 9 - 20.229   | - 7 8.741 | + 3 + |
| 11.0      | 0.675           | 0 - 1.131   | + 1 + 16.692 | + 8 - 20.309 | - 9 8.776      | + 4 + 0.118             | - 2       | 16.0            | 0.352       | - 1 - 1.021 | + 2 + 19.204 | + 9 - 20.227   | - 7 8.741 | + 3 + |
| 11.1      | 0.669           | 0 - 1.133   | + 1 + 16.742 | + 8 - 20.307 | - 9 8.775      | + 4 + 0.119             | - 2       | 16.1            | 0.346       | - 1 - 1.014 | + 3 + 19.255 | + 9 - 20.226   | - 7 8.740 | + 3 + |
| 11.2      | 0.662           | 0 - 1.135   | + 1 + 16.793 | + 8 - 20.305 | - 9 8.774      | + 4 + 0.120             | - 2       | 16.2            | 0.340       | - 1 - 1.007 | + 3 + 19.305 | + 9 - 20.224   | - 7 8.739 | + 3 + |
| 11.3      | 0.655           | 0 - 1.137   | + 1 + 16.843 | + 8 - 20.304 | - 9 8.774      | + 4 + 0.121             | - 2       | 16.3            | 0.334       | - 1 - 1.000 | + 3 + 19.355 | + 9 - 20.223   | - 7 8.739 | + 3 + |
| 11.4      | 0.649           | 0 - 1.139   | + 1 + 16.893 | + 8 - 20.302 | - 9 8.773      | + 4 + 0.122             | - 2       | 16.4            | 0.328       | - 1 - 0.993 | + 3 + 19.405 | + 9 - 20.222   | - 7 8.738 | + 3 + |
| 11.5      | 0.642           | 0 - 1.140   | + 1 + 16.943 | + 8 - 20.300 | - 9 8.772      | + 4 + 0.123             | - 2       | 16.5            | 0.323       | - 1 - 0.986 | + 3 + 19.456 | + 9 - 20.220   | - 7 8.738 | + 3 + |
| 11.6      | 0.635           | 0 - 1.142   | + 1 + 16.993 | + 8 - 20.298 | - 9 8.771      | + 4 + 0.124             | - 2       | 16.6            | 0.317       | - 1 - 0.979 | + 3 + 19.506 | + 9 - 20.219   | - 7 8.737 | + 3 + |
| 11.7      | 0.629           | 0 - 1.143   | + 1 + 17.044 | + 8 - 20.296 | - 9 8.771      | + 4 + 0.125             | - 2       | 16.7            | 0.312       | - 1 - 0.971 | + 3 + 19.556 | + 9 - 20.217   | - 7 8.736 | + 3 + |
| 11.8      | 0.622           | 0 - 1.144   | + 1 + 17.094 | + 8 - 20.295 | - 9 8.770      | + 4 + 0.126             | - 2       | 16.8            | 0.306       | - 1 - 0.963 | + 3 + 19.606 | + 9 - 20.216   | - 7 8.736 | + 3 + |
| 11.9      | 0.615           | 0 - 1.145   | + 1 + 17.144 | + 8 - 20.293 | - 9 8.769      | + 4 + 0.127             | - 2       | 16.9            | 0.300       | - 1 - 0.955 | + 3 + 19.657 | + 9 - 20.215   | - 7 8.735 | + 3 + |
| 12.0      | 0.608           | 0 - 1.145   | + 1 + 17.194 | + 8 - 20.291 | - 9 8.768      | + 4 + 0.128             | - 2       | 17.0            | 0.295       | - 1 - 0.947 | + 3 + 19.707 | + 9 - 20.213   | - 7 8.735 | + 3 + |
| 12.1      | 0.602           | 0 - 1.146   | + 1 + 17.245 | + 8 - 20.289 | - 9 8.768      | + 4 + 0.129             | - 2       | 17.1            | 0.290       | - 1 - 0.939 | + 3 + 19.757 | + 9 - 20.212   | - 7 8.734 | + 3 + |
| 12.2      | 0.595           | 0 - 1.146   | + 1 + 17.295 | + 8 - 20.288 | - 9 8.767      | + 4 + 0.130             | - 2       | 17.2            | 0.284       | - 1 - 0.931 | + 3 + 19.807 | + 9 - 20.211   | - 7 8.734 | + 3 + |
| 12.3      | 0.588           | 0 - 1.146   | + 1 + 17.345 | + 8 - 20.286 | - 9 8.766      | + 4 + 0.131             | - 2       | 17.3            | 0.279       | - 1 - 0.922 | + 3 + 19.858 | + 9 - 20.210   | - 7 8.733 | + 3 + |
| 12.4      | 0.582           | 0 - 1.146   | + 1 + 17.395 | + 8 - 20.284 | - 9 8.765      | + 4 + 0.132             | - 2       | 17.4            | 0.274       | 0 - 0.914   | + 3 + 19.908 | + 9 - 20.208   | - 7 8.733 | + 3 + |
| 12.5      | 0.575           | 0 - 1.146   | + 1 + 17.446 | + 8 - 20.282 | - 9 8.765      | + 4 + 0.133             | - 2       | 17.5            | 0.268       | 0 - 0.905   | + 3 + 19.958 | + 9 - 20.207   | - 7 8.732 | + 3 + |
| 12.6      | 0.568           | 0 - 1.145   | + 1 + 17.496 | + 8 - 20.281 | - 9 8.764      | + 4 + 0.134             | - 2       | 17.6            | 0.263       | 0 - 0.896   | + 3 + 20.008 | + 9 - 20.206   | - 7 8.731 | + 3 + |
| 12.7      | 0.562           | 0 - 1.144   | + 1 + 17.546 | + 8 - 20.279 | - 8 8.763      | + 4 + 0.135             | - 2       | 17.7            | 0.258       | 0 - 0.887   | + 3 + 20.059 | + 9 - 20.205   | - 7 8.731 | + 3 + |
| 12.8      | 0.555           | 0 - 1.144   | + 1 + 17.596 | + 8 - 20.277 | - 8 8.762      | + 4 + 0.136             | - 2       | 17.8            | 0.253       | 0 - 0.877   | + 3 + 20.109 | + 9 - 20.203   | - 6 8.730 | + 3 + |
| 12.9      | 0.548           | 0 - 1.143   | + 1 + 17.647 | + 8 - 20.276 | - 8 8.761      | + 4 + 0.137             | - 2       | 17.9            | 0.248       | 0 - 0.868   | + 3 + 20.159 | + 9 - 20.202   | - 6 8.730 | + 3 + |
| 13.0      | 0.542           | 0 - 1.141   | + 1 + 17.697 | + 8 - 20.274 | - 8 8.761      | + 4 + 0.138             | - 2       | 18.0            | 0.243       | 0 - 0.859   | + 3 + 20.209 | + 9 - 20.201   | - 6 8.729 | + 3 + |
| 13.1      | 0.535           | 0 - 1.140   | + 1 + 17.747 | + 8 - 20.272 | - 8 8.760      | + 4 + 0.139             | - 2       | 18.1            | 0.238       | 0 - 0.849   | + 3 + 20.259 | + 9 - 20.200   | - 6 8.729 | + 3 + |
| 13.2      | 0.528           | 0 - 1.138   | + 1 + 17.797 | + 8 - 20.271 | - 8 8.759      | + 4 + 0.140             | - 2       | 18.2            | 0.233       | 0 - 0.839   | + 3 + 20.310 | + 9 - 20.199   | - 6 8.728 | + 3 + |
| 13.3      | 0.522           | 0 - 1.136   | + 1 + 17.848 | + 8 - 20.269 | - 8 8.759      | + 4 + 0.141             | - 2       | 18.3            | 0.228       | 0 - 0.829   | + 3 + 20.360 | + 9 - 20.197   | - 6 8.728 | + 3 + |
| 13.4      | 0.515           | 0 - 1.135   | + 1 + 17.898 | + 8 - 20.267 | - 8 8.758      | + 4 + 0.142             | - 2       | 18.4            | 0.224       | 0 - 0.819   | + 4 + 20.410 | + 9 - 20.196   | - 6 8.727 | + 3 + |
| 13.5      | 0.509           | 0 - 1.132   | + 1 + 17.948 | + 8 - 20.266 | - 8 8.757      | + 3 + 0.143             | - 2       | 18.5            | 0.219       | 0 - 0.809   | + 4 + 20.460 | + 9 - 20.195   | - 6 8.727 | + 3 + |
| 13.6      | 0.502           | 0 - 1.130   | + 1 + 17.998 | + 8 - 20.264 | - 8 8.757      | + 3 + 0.144             | - 2       | 18.6            | 0.214       | 0 - 0.799   | + 4 + 20.511 | + 9 - 20.194   | - 6 8.726 | + 3 + |
| 13.7      | 0.495           | 0 - 1.127   | + 2 + 18.049 | + 8 - 20.262 | - 8 8.756      | + 3 + 0.145             | - 2       | 18.7            | 0.210       | 0 - 0.789   | + 4 + 20.561 | + 9 - 20.193   | - 6 8.726 | + 3 + |
| 13.8      | 0.489           | 0 - 1.125   | + 2 + 18.099 | + 8 - 20.261 | - 8 8.755      | + 3 + 0.146             | - 2       | 18.8            | 0.205       | 0 - 0.778   | + 4 + 20.611 | + 9 - 20.192   | - 6 8.725 | + 3 + |
| 13.9      | 0.482           | 0 - 1.122   | + 2 + 18.149 | + 8 - 20.259 | - 8 8.755      | + 3 + 0.147             | - 2       | 18.9            | 0.201       | 0 - 0.767   | + 4 + 20.661 | + 9 - 20.191   | - 6 8.725 | + 3 + |
| 14.0      | 0.476           | - 1 - 1.119 | + 2 + 18.199 | + 8 - 20.257 | - 8 8.754      | + 3 + 0.148             | - 2       | 19.0            | 0.196       | 0 - 0.757   | + 4 + 20.712 | + 9 - 20.189   | - 6 8.724 | + 3 + |
| 14.1      | 0.469           | - 1 - 1.116 | + 2 + 18.250 | + 8 - 20.256 | - 8 8.753      | + 3 + 0.149             | - 2       | 19.1            | 0.192       | 0 - 0.746   | + 4 + 20.762 | + 9 - 20.188   | - 6 8.724 | + 3 + |
| 14.2      | 0.463           | - 1 - 1.112 | + 2 + 18.300 | + 8 - 20.254 | - 8 8.752      | + 3 + 0.150             | - 2       | 19.2            | 0.188       | 0 - 0.735   | + 4 + 20.812 | + 9 - 20.187   | - 6 8.723 | + 3 + |
| 14.3      | 0.457           | - 1 - 1.109 | + 2 + 18.350 | + 8 - 20.253 | - 8 8.752      | + 3 + 0.151             | - 2       | 19.3            | 0.184       | 0 - 0.724   | + 4 + 20.862 | + 9 - 20.186   | - 6 8.723 | + 3 + |
| 14.4      | 0.450           | - 1 - 1.105 | + 2 + 18.400 | + 8 - 20.251 | - 8 8.751      | + 3 + 0.152             | - 2       | 19.4            | 0.179       | 0 - 0.712   | + 4 + 20.913 | + 9 - 20.185   | - 6 8.722 | + 3 + |
| 14.5      | 0.444           | - 1 - 1.101 | + 2 + 18.451 | + 8 - 20.250 | - 8 8.750      | + 3 + 0.153             | - 2       | 19.5            | 0.175       | 0 - 0.701   | + 4 + 20.963 | + 9 - 20.184   | - 6 8.722 | + 3 + |
| 14.6      | 0.437           | - 1 - 1.097 | + 2 + 18.501 | + 8 - 20.248 | - 8 8.750      | + 3 + 0.154             | - 2       | 19.6            | 0.171       | 0 - 0.690   | + 4 + 21.013 | + 9 - 20.183   | - 6 8.722 | + 3 + |
| 14.7      | 0.431           | - 1 - 1.092 | + 2 + 18.551 | + 8 - 20.246 | - 8 8.749      | + 3 + 0.154             | - 2       | 19.7            | 0.167       | 0 - 0.678   | + 4 + 21.063 | + 9 - 20.182   | - 6 8.721 | + 3 + |
| 14.8      | 0.425           | - 1 - 1.088 | + 2 + 18.601 | + 8 - 20.245 | - 8 8.748      | + 3 + 0.155             | - 2       | 19.8            | 0.164       | 0 - 0.666   | + 4 + 21.114 | + 9 - 20.181   | - 6 8.721 | + 3 + |
| 14.9      | 0.418           | - 1 - 1.083 | + 2 + 18.651 | + 8 - 20.244 | - 8 8.748      | + 3 + 0.156             | - 2       | 19.9            | 0.160       | 0 - 0.655   | + 4 + 21.164 | + 10 - 20.180  | - 6 8.720 | + 3 + |
| 15.0      | 0.412           | - 1 - 1.078 | + 2 + 18.702 | + 8 - 20.242 | - 8 8.747      | + 3 + 0.157             | - 2       | 20.0            | 0.156       | 0 - 0.643   | + 4 + 21.214 | + 10 - 20.179  | - 5 8.720 | + 3 + |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_n - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten 1 angesetzt.



Tafel Xa.

| $\delta_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.    | Aberr.        | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breite | Arg.<br>I   | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.    | Aberr.        | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breite |         |
|------------|-------------|-------------|---------------|----------------|-------------------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|----------------|-------------------------|---------|
| 56         | 0           | -0.643 + 4  | + 21.214 + 10 | -20.179 - 5    | 8.720 + 2               | + 0.199 - 1 | 25.0            | 0.063       | + 0.037 + 5 | + 23.726 + 11 | -20.144 - 3    | 8.705 + 1               | + 0.225 |
| 52         | 0           | -0.631 + 4  | + 21.264 + 10 | -20.178 - 5    | 8.719 + 2               | + 0.200 - 1 | 25.1            | 0.063       | + 0.051 + 6 | + 23.777 + 11 | -20.144 - 3    | 8.705 + 1               | + 0.225 |
| 49         | 0           | -0.619 + 4  | + 21.315 + 10 | -20.177 - 5    | 8.719 + 2               | + 0.200 - 1 | 25.2            | 0.063       | + 0.066 + 6 | + 23.827 + 11 | -20.143 - 3    | 8.705 + 1               | + 0.225 |
| 45         | 0           | -0.607 + 4  | + 21.365 + 10 | -20.176 - 5    | 8.719 + 2               | + 0.201 - 1 | 25.3            | 0.063       | + 0.080 + 6 | + 23.877 + 11 | -20.143 - 3    | 8.705 + 1               | + 0.225 |
| 42         | 0           | -0.594 + 4  | + 21.415 + 10 | -20.175 - 5    | 8.718 + 2               | + 0.202 - 1 | 25.4            | 0.064       | + 0.094 + 6 | + 23.927 + 11 | -20.143 - 3    | 8.704 + 1               | + 0.226 |
| 38         | 0           | -0.582 + 4  | + 21.465 + 10 | -20.174 - 5    | 8.718 + 2               | + 0.202 - 1 | 25.5            | 0.064       | + 0.109 + 6 | + 23.978 + 11 | -20.142 - 3    | 8.704 + 1               | + 0.226 |
| 35         | 0           | -0.570 + 4  | + 21.516 + 10 | -20.173 - 5    | 8.717 + 2               | + 0.203 - 1 | 25.6            | 0.065       | + 0.123 + 6 | + 24.028 + 11 | -20.142 - 2    | 8.704 + 1               | + 0.226 |
| 32         | 0           | -0.557 + 4  | + 21.566 + 10 | -20.172 - 5    | 8.717 + 2               | + 0.204 - 1 | 25.7            | 0.065       | + 0.137 + 6 | + 24.078 + 11 | -20.142 - 2    | 8.704 + 0               | + 0.227 |
| 28         | 0           | -0.544 + 4  | + 21.616 + 10 | -20.171 - 5    | 8.717 + 2               | + 0.204 - 1 | 25.8            | 0.066       | + 0.152 + 6 | + 24.128 + 11 | -20.141 - 2    | 8.704 + 0               | + 0.227 |
| 25         | 0           | -0.532 + 4  | + 21.666 + 10 | -20.170 - 5    | 8.716 + 2               | + 0.205 - 1 | 25.9            | 0.067       | + 0.166 + 6 | + 24.179 + 11 | -20.141 - 2    | 8.704 + 0               | + 0.227 |
| 22         | 0           | -0.519 + 5  | + 21.717 + 10 | -20.169 - 5    | 8.716 + 2               | + 0.205 - 1 | 26.0            | 0.068       | + 0.180 + 6 | + 24.229 + 11 | -20.141 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.227 |
| 19         | 0           | -0.506 + 5  | + 21.767 + 10 | -20.169 - 5    | 8.716 + 2               | + 0.206 - 1 | 26.1            | 0.068       | + 0.194 + 6 | + 24.279 + 11 | -20.141 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.227 |
| 16         | 0           | -0.493 + 5  | + 21.817 + 10 | -20.168 - 5    | 8.715 + 2               | + 0.207 - 1 | 26.2            | 0.069       | + 0.209 + 6 | + 24.329 + 11 | -20.140 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.228 |
| 14         | 0           | -0.480 + 5  | + 21.867 + 10 | -20.167 - 5    | 8.715 + 2               | + 0.207 - 1 | 26.3            | 0.071       | + 0.223 + 6 | + 24.380 + 11 | -20.140 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.228 |
| 11         | 0           | -0.467 + 5  | + 21.918 + 10 | -20.166 - 5    | 8.714 + 2               | + 0.208 - 1 | 26.4            | 0.072       | + 0.237 + 6 | + 24.430 + 11 | -20.140 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.228 |
| 08         | 0           | -0.454 + 5  | + 21.968 + 10 | -20.165 - 5    | 8.714 + 2               | + 0.208 - 1 | 26.5            | 0.073       | + 0.251 + 6 | + 24.480 + 11 | -20.140 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.228 |
| 06         | 0           | -0.440 + 5  | + 22.018 + 10 | -20.164 - 5    | 8.714 + 2               | + 0.209 - 1 | 26.6            | 0.074       | + 0.265 + 6 | + 24.530 + 11 | -20.139 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.228 |
| 03         | 0           | -0.427 + 5  | + 22.068 + 10 | -20.164 - 5    | 8.713 + 2               | + 0.210 - 0 | 26.7            | 0.076       | + 0.279 + 6 | + 24.581 + 11 | -20.139 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 01         | 0           | -0.414 + 5  | + 22.119 + 10 | -20.163 - 5    | 8.713 + 2               | + 0.210 - 0 | 26.8            | 0.077       | + 0.293 + 6 | + 24.631 + 11 | -20.139 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 98         | 0           | -0.400 + 5  | + 22.169 + 10 | -20.162 - 5    | 8.713 + 2               | + 0.211 - 0 | 26.9            | 0.079       | + 0.307 + 6 | + 24.681 + 11 | -20.139 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 96         | 0           | -0.387 + 5  | + 22.219 + 10 | -20.161 - 5    | 8.712 + 2               | + 0.211 - 0 | 27.0            | 0.080       | + 0.321 + 6 | + 24.731 + 11 | -20.139 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 94         | 0           | -0.373 + 5  | + 22.269 + 10 | -20.161 - 5    | 8.712 + 2               | + 0.212 - 0 | 27.1            | 0.082       | + 0.335 + 6 | + 24.782 + 11 | -20.139 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 92         | 0           | -0.360 + 5  | + 22.320 + 10 | -20.160 - 4    | 8.712 + 2               | + 0.213 - 0 | 27.2            | 0.084       | + 0.349 + 6 | + 24.832 + 11 | -20.138 - 2    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 89         | 0           | -0.346 + 5  | + 22.370 + 10 | -20.159 - 4    | 8.711 + 2               | + 0.213 - 0 | 27.3            | 0.086       | + 0.362 + 6 | + 24.882 + 11 | -20.138 - 1    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 87         | 0           | -0.332 + 5  | + 22.420 + 10 | -20.158 - 4    | 8.711 + 1               | + 0.214 - 0 | 27.4            | 0.088       | + 0.376 + 6 | + 24.932 + 11 | -20.138 - 1    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 86         | 0           | -0.318 + 5  | + 22.470 + 10 | -20.158 - 4    | 8.711 + 1               | + 0.214 - 0 | 27.5            | 0.090       | + 0.390 + 6 | + 24.983 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.229 |
| 84         | 0           | -0.305 + 5  | + 22.521 + 10 | -20.157 - 4    | 8.710 + 1               | + 0.215 - 0 | 27.6            | 0.092       | + 0.403 + 6 | + 25.033 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.229 |
| 82         | 0           | -0.291 + 5  | + 22.571 + 10 | -20.156 - 4    | 8.710 + 1               | + 0.215 - 0 | 27.7            | 0.094       | + 0.417 + 6 | + 25.083 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 80         | 0           | -0.277 + 5  | + 22.621 + 10 | -20.156 - 4    | 8.710 + 1               | + 0.216 - 0 | 27.8            | 0.096       | + 0.430 + 6 | + 25.133 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 79         | 0           | -0.263 + 5  | + 22.671 + 10 | -20.155 - 4    | 8.710 + 1               | + 0.216 - 0 | 27.9            | 0.098       | + 0.444 + 6 | + 25.184 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 77         | 0           | -0.249 + 5  | + 22.722 + 10 | -20.154 - 4    | 8.709 + 1               | + 0.217 - 0 | 28.0            | 0.101       | + 0.457 + 6 | + 25.234 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 76         | 0           | -0.235 + 5  | + 22.772 + 10 | -20.154 - 4    | 8.709 + 1               | + 0.217 - 0 | 28.1            | 0.103       | + 0.470 + 6 | + 25.284 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 74         | 0           | -0.221 + 5  | + 22.822 + 10 | -20.153 - 4    | 8.709 + 1               | + 0.218 - 0 | 28.2            | 0.106       | + 0.483 + 6 | + 25.334 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 73         | 0           | -0.206 + 5  | + 22.872 + 10 | -20.153 - 4    | 8.708 + 1               | + 0.218 - 0 | 28.3            | 0.108       | + 0.497 + 6 | + 25.385 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 72         | 0           | -0.192 + 5  | + 22.923 + 10 | -20.152 - 4    | 8.708 + 1               | + 0.218 - 0 | 28.4            | 0.111       | + 0.510 + 6 | + 25.435 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 71         | 0           | -0.178 + 5  | + 22.973 + 10 | -20.151 - 4    | 8.708 + 1               | + 0.219 - 0 | 28.5            | 0.114       | + 0.523 + 6 | + 25.485 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 69         | 0           | -0.164 + 5  | + 23.023 + 10 | -20.151 - 4    | 8.708 + 1               | + 0.219 - 0 | 28.6            | 0.117       | + 0.536 + 6 | + 25.535 + 11 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 68         | 0           | -0.150 + 5  | + 23.073 + 10 | -20.150 - 3    | 8.708 + 1               | + 0.220 - 0 | 28.7            | 0.119       | + 0.548 + 6 | + 25.586 + 12 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 68         | 0           | -0.135 + 5  | + 23.124 + 10 | -20.150 - 3    | 8.707 + 1               | + 0.220 - 0 | 28.8            | 0.122       | + 0.561 + 6 | + 25.636 + 12 | -20.138 - 1    | 8.702 + 0               | + 0.230 |
| 67         | 0           | -0.121 + 5  | + 23.174 + 10 | -20.149 - 3    | 8.707 + 1               | + 0.221 - 0 | 28.9            | 0.125       | + 0.574 + 6 | + 25.686 + 12 | -20.138 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 66         | 0           | -0.107 + 5  | + 23.224 + 10 | -20.149 - 3    | 8.707 + 1               | + 0.221 - 0 | 29.0            | 0.129       | + 0.586 + 6 | + 25.736 + 12 | -20.138 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 65         | 0           | -0.092 + 5  | + 23.274 + 10 | -20.148 - 3    | 8.707 + 1               | + 0.221 - 0 | 29.1            | 0.132       | + 0.599 + 6 | + 25.787 + 12 | -20.139 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 65         | 0           | -0.078 + 5  | + 23.324 + 10 | -20.148 - 3    | 8.706 + 1               | + 0.222 - 0 | 29.2            | 0.135       | + 0.611 + 6 | + 25.837 + 12 | -20.139 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 64         | 0           | -0.064 + 5  | + 23.375 + 11 | -20.147 - 3    | 8.706 + 1               | + 0.222 - 0 | 29.3            | 0.138       | + 0.623 + 5 | + 25.887 + 12 | -20.139 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 64         | 0           | -0.049 + 5  | + 23.425 + 11 | -20.147 - 3    | 8.706 + 1               | + 0.223 - 0 | 29.4            | 0.142       | + 0.636 + 5 | + 25.937 + 12 | -20.139 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 63         | 0           | -0.035 + 5  | + 23.475 + 11 | -20.146 - 3    | 8.706 + 1               | + 0.223 - 0 | 29.5            | 0.145       | + 0.648 + 5 | + 25.988 + 12 | -20.139 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 63         | 0           | -0.021 + 5  | + 23.525 + 11 | -20.146 - 3    | 8.706 + 1               | + 0.223 - 0 | 29.6            | 0.149       | + 0.660 + 5 | + 26.038 + 12 | -20.139 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.229 |
| 63         | 0           | -0.006 + 5  | + 23.576 + 11 | -20.145 - 3    | 8.705 + 1               | + 0.224 - 0 | 29.7            | 0.152       | + 0.672 + 5 | + 26.088 + 12 | -20.140 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.228 |
| 63         | 0           | + 0.008 + 5 | + 23.626 + 11 | -20.145 - 3    | 8.705 + 1               | + 0.224 - 0 | 29.8            | 0.156       | + 0.683 + 5 | + 26.138 + 12 | -20.140 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.228 |
| 63         | 0           | + 0.022 + 5 | + 23.676 + 11 | -20.144 - 3    | 8.705 + 1               | + 0.224 - 0 | 29.9            | 0.160       | + 0.695 + 5 | + 26.189 + 12 | -20.140 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.228 |
| 63         | 0           | + 0.037 + 5 | + 23.726 + 11 | -20.144 - 3    | 8.705 + 1               | + 0.225 - 0 | 30.0            | 0.163       | + 0.707 + 5 | + 26.239 + 12 | -20.140 - 0    | 8.703 + 0               | + 0.228 |

Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale  
zt.

Tafel Xa.

| Arg.<br>1 | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.      | Aberr.   | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breite | Arg.<br>1 | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.      | Aberr.       | Parall-<br>axe |
|-----------|-----------------|-------------|---------------|----------|----------------|-------------------------|-----------|-----------------|-------------|---------------|--------------|----------------|
| 30.0      | 0.163 + 1       | + 0.707 + 5 | + 26.239 + 12 | - 20.140 | 0.8703         | 0 + 0.228 + 1           | 35.0      | 0.422 + 1       | + 1.119 + 4 | + 28.751 + 13 | - 20.168 + 3 | 8.715 - 2      |
| 30.1      | 0.167 + 1       | + 0.712 + 5 | + 26.289 + 12 | - 20.140 | 0.8703         | - 1 + 0.228 + 1         | 35.1      | 0.428 + 1       | + 1.124 + 4 | + 28.801 + 13 | - 20.169 + 3 | 8.715 - 2      |
| 30.2      | 0.171 + 1       | + 0.730 + 5 | + 26.339 + 12 | - 20.141 | 0.8704         | - 1 + 0.228 + 1         | 35.2      | 0.435 + 1       | + 1.128 + 4 | + 28.852 + 13 | - 20.169 + 3 | 8.716 - 2      |
| 30.3      | 0.175 + 1       | + 0.741 + 5 | + 26.389 + 12 | - 20.141 | 0.8704         | - 1 + 0.227 + 1         | 35.3      | 0.441 + 1       | + 1.132 + 4 | + 28.902 + 13 | - 20.170 + 3 | 8.716 - 2      |
| 30.4      | 0.179 + 1       | + 0.752 + 5 | + 26.440 + 12 | - 20.141 | 0.8704         | - 1 + 0.227 + 1         | 35.4      | 0.447 + 1       | + 1.135 + 4 | + 28.952 + 13 | - 20.171 + 3 | 8.717 - 2      |
| 30.5      | 0.183 + 1       | + 0.763 + 5 | + 26.490 + 12 | - 20.141 | 0.8704         | - 1 + 0.227 + 1         | 35.5      | 0.453 + 1       | + 1.139 + 4 | + 29.002 + 13 | - 20.172 + 3 | 8.717 - 2      |
| 30.6      | 0.187 + 1       | + 0.774 + 5 | + 26.540 + 12 | - 20.142 | 0.8704         | - 1 + 0.227 + 1         | 35.6      | 0.460 + 1       | + 1.142 + 4 | + 29.053 + 13 | - 20.173 + 3 | 8.717 - 2      |
| 30.7      | 0.192 + 1       | + 0.785 + 5 | + 26.590 + 12 | - 20.142 | 0.8704         | - 1 + 0.226 + 1         | 35.7      | 0.466 + 1       | + 1.146 + 4 | + 29.103 + 13 | - 20.174 + 3 | 8.717 - 2      |
| 30.8      | 0.196 + 1       | + 0.796 + 5 | + 26.641 + 12 | - 20.142 | 0.8704         | - 1 + 0.226 + 1         | 35.8      | 0.473 + 1       | + 1.149 + 4 | + 29.153 + 13 | - 20.175 + 4 | 8.718 - 2      |
| 30.9      | 0.200 + 1       | + 0.806 + 5 | + 26.691 + 12 | - 20.143 | 0.8705         | - 1 + 0.226 + 1         | 35.9      | 0.479 + 1       | + 1.152 + 4 | + 29.203 + 13 | - 20.176 + 4 | 8.718 - 2      |
| 31.0      | 0.205 + 1       | + 0.817 + 5 | + 26.741 + 12 | - 20.143 | 0.8705         | - 1 + 0.225 + 1         | 36.0      | 0.485 + 1       | + 1.154 + 4 | + 29.253 + 13 | - 20.177 + 4 | 8.719 - 2      |
| 31.1      | 0.209 + 1       | + 0.827 + 5 | + 26.791 + 12 | - 20.144 | 0.8705         | - 1 + 0.225 + 1         | 36.1      | 0.492 + 1       | + 1.157 + 4 | + 29.304 + 13 | - 20.178 + 4 | 8.719 - 2      |
| 31.2      | 0.214 + 1       | + 0.837 + 5 | + 26.842 + 12 | - 20.144 | 0.8705         | - 1 + 0.225 + 2         | 36.2      | 0.498 + 1       | + 1.159 + 4 | + 29.354 + 13 | - 20.179 + 4 | 8.720 - 2      |
| 31.3      | 0.218 + 1       | + 0.847 + 5 | + 26.892 + 12 | - 20.144 | 0.8705         | - 1 + 0.225 + 2         | 36.3      | 0.505 + 1       | + 1.162 + 3 | + 29.404 + 13 | - 20.180 + 4 | 8.720 - 2      |
| 31.4      | 0.223 + 1       | + 0.857 + 5 | + 26.942 + 12 | - 20.145 | 0.8705         | - 1 + 0.224 + 2         | 36.4      | 0.511 + 1       | + 1.164 + 3 | + 29.454 + 13 | - 20.181 + 4 | 8.721 - 2      |
| 31.5      | 0.228 + 1       | + 0.867 + 5 | + 26.992 + 12 | - 20.145 | 0.8706         | - 1 + 0.224 + 2         | 36.5      | 0.518 + 1       | + 1.165 + 3 | + 29.505 + 13 | - 20.182 + 4 | 8.721 - 2      |
| 31.6      | 0.232 + 1       | + 0.877 + 5 | + 27.043 + 12 | - 20.146 | 0.8706         | - 1 + 0.223 + 2         | 36.6      | 0.524 + 1       | + 1.167 + 3 | + 29.555 + 13 | - 20.183 + 4 | 8.722 - 2      |
| 31.7      | 0.237 + 1       | + 0.887 + 5 | + 27.093 + 12 | - 20.146 | 0.8706         | - 1 + 0.223 + 2         | 36.7      | 0.531 + 1       | + 1.168 + 3 | + 29.605 + 13 | - 20.184 + 4 | 8.722 - 2      |
| 31.8      | 0.242 + 1       | + 0.896 + 5 | + 27.143 + 12 | - 20.147 | 0.8706         | - 1 + 0.223 + 2         | 36.8      | 0.537 + 1       | + 1.170 + 3 | + 29.655 + 13 | - 20.185 + 4 | 8.723 - 2      |
| 31.9      | 0.247 + 1       | + 0.905 + 5 | + 27.193 + 12 | - 20.147 | 0.8706         | - 1 + 0.222 + 2         | 36.9      | 0.544 + 1       | + 1.171 + 3 | + 29.706 + 13 | - 20.186 + 4 | 8.723 - 2      |
| 32.0      | 0.252 + 1       | + 0.914 + 5 | + 27.244 + 12 | - 20.148 | 0.8706         | - 1 + 0.222 + 2         | 37.0      | 0.551 + 1       | + 1.172 + 3 | + 29.756 + 13 | - 20.187 + 4 | 8.723 - 2      |
| 32.1      | 0.257 + 1       | + 0.923 + 5 | + 27.294 + 12 | - 20.148 | 0.8707         | - 1 + 0.222 + 2         | 37.1      | 0.557 + 1       | + 1.172 + 3 | + 29.806 + 13 | - 20.188 + 4 | 8.724 - 2      |
| 32.2      | 0.262 + 1       | + 0.932 + 5 | + 27.344 + 12 | - 20.149 | 0.8707         | - 1 + 0.221 + 2         | 37.2      | 0.564 + 1       | + 1.173 + 3 | + 29.856 + 13 | - 20.189 + 4 | 8.724 - 2      |
| 32.3      | 0.267 + 1       | + 0.941 + 5 | + 27.394 + 12 | - 20.149 | 0.8707         | - 1 + 0.221 + 2         | 37.3      | 0.570 + 1       | + 1.173 + 3 | + 29.907 + 13 | - 20.190 + 5 | 8.725 - 2      |
| 32.4      | 0.272 + 1       | + 0.950 + 5 | + 27.445 + 12 | - 20.150 | 0.8707         | - 1 + 0.220 + 2         | 37.4      | 0.577 + 1       | + 1.174 + 3 | + 29.957 + 13 | - 20.191 + 5 | 8.725 - 2      |
| 32.5      | 0.278 + 1       | + 0.958 + 5 | + 27.495 + 12 | - 20.150 | 0.8708         | - 1 + 0.220 + 2         | 37.5      | 0.584 + 1       | + 1.174 + 3 | + 30.007 + 13 | - 20.193 + 5 | 8.726 - 2      |
| 32.6      | 0.283 + 1       | + 0.966 + 5 | + 27.545 + 12 | - 20.151 | 0.8708         | - 1 + 0.219 + 2         | 37.6      | 0.590 + 1       | + 1.173 + 3 | + 30.057 + 14 | - 20.194 + 5 | 8.726 - 2      |
| 32.7      | 0.288 + 1       | + 0.975 + 5 | + 27.595 + 12 | - 20.151 | 0.8708         | - 1 + 0.219 + 2         | 37.7      | 0.597 + 1       | + 1.173 + 3 | + 30.108 + 14 | - 20.195 + 5 | 8.727 - 2      |
| 32.8      | 0.294 + 1       | + 0.983 + 5 | + 27.646 + 12 | - 20.152 | 0.8708         | - 1 + 0.218 + 2         | 37.8      | 0.603 + 1       | + 1.173 + 3 | + 30.158 + 14 | - 20.196 + 5 | 8.727 - 2      |
| 32.9      | 0.299 + 1       | + 0.991 + 5 | + 27.696 + 12 | - 20.152 | 0.8709         | - 1 + 0.218 + 2         | 37.9      | 0.610 + 1       | + 1.172 + 3 | + 30.208 + 14 | - 20.197 + 5 | 8.728 - 2      |
| 33.0      | 0.304 + 1       | + 0.998 + 5 | + 27.746 + 12 | - 20.153 | 0.8709         | - 1 + 0.217 + 2         | 38.0      | 0.617 + 1       | + 1.171 + 3 | + 30.258 + 14 | - 20.198 + 5 | 8.728 - 2      |
| 33.1      | 0.310 + 1       | + 1.006 + 5 | + 27.796 + 12 | - 20.154 | 0.8709         | - 1 + 0.217 + 2         | 38.1      | 0.623 + 1       | + 1.170 + 3 | + 30.309 + 14 | - 20.199 + 5 | 8.729 - 2      |
| 33.2      | 0.315 + 1       | + 1.013 + 5 | + 27.847 + 12 | - 20.154 | 0.8710         | - 1 + 0.216 + 2         | 38.2      | 0.630 + 1       | + 1.169 + 3 | + 30.359 + 14 | - 20.201 + 5 | 8.729 - 2      |
| 33.3      | 0.321 + 1       | + 1.021 + 5 | + 27.897 + 12 | - 20.155 | 0.8710         | - 1 + 0.216 + 2         | 38.3      | 0.636 + 1       | + 1.167 + 3 | + 30.409 + 14 | - 20.202 + 5 | 8.730 - 3      |
| 33.4      | 0.327 + 1       | + 1.028 + 5 | + 27.947 + 12 | - 20.156 | 0.8710         | - 1 + 0.215 + 2         | 38.4      | 0.643 + 1       | + 1.165 + 3 | + 30.459 + 14 | - 20.203 + 5 | 8.730 - 3      |
| 33.5      | 0.332 + 1       | + 1.035 + 4 | + 27.997 + 12 | - 20.156 | 0.8710         | - 1 + 0.214 + 2         | 38.5      | 0.650 + 1       | + 1.164 + 3 | + 30.509 + 14 | - 20.204 + 5 | 8.731 - 3      |
| 33.6      | 0.338 + 1       | + 1.041 + 4 | + 28.048 + 12 | - 20.157 | 0.8711         | - 1 + 0.214 + 2         | 38.6      | 0.656 + 1       | + 1.162 + 3 | + 30.560 + 14 | - 20.206 + 5 | 8.732 - 3      |
| 33.7      | 0.344 + 1       | + 1.048 + 4 | + 28.098 + 12 | - 20.158 | 0.8711         | - 1 + 0.213 + 2         | 38.7      | 0.663 + 1       | + 1.159 + 3 | + 30.610 + 14 | - 20.207 + 5 | 8.732 - 3      |
| 33.8      | 0.350 + 1       | + 1.054 + 4 | + 28.148 + 12 | - 20.158 | 0.8711         | - 1 + 0.213 + 2         | 38.8      | 0.669 + 1       | + 1.157 + 3 | + 30.660 + 14 | - 20.208 + 5 | 8.732 - 3      |
| 33.9      | 0.356 + 1       | + 1.061 + 4 | + 28.198 + 12 | - 20.159 | 0.8711         | - 1 + 0.212 + 2         | 38.9      | 0.676 + 1       | + 1.154 + 3 | + 30.710 + 14 | - 20.209 + 5 | 8.733 - 3      |
| 34.0      | 0.361 + 1       | + 1.067 + 4 | + 28.249 + 12 | - 20.160 | 0.8712         | - 2 + 0.211 + 2         | 39.0      | 0.683 + 1       | + 1.152 + 2 | + 30.760 + 14 | - 20.211 + 5 | 8.734 - 3      |
| 34.1      | 0.367 + 1       | + 1.073 + 4 | + 28.299 + 12 | - 20.160 | 0.8712         | - 2 + 0.211 + 2         | 39.1      | 0.689 + 1       | + 1.149 + 2 | + 30.811 + 14 | - 20.212 + 5 | 8.734 - 3      |
| 34.2      | 0.373 + 1       | + 1.079 + 4 | + 28.349 + 12 | - 20.161 | 0.8712         | - 2 + 0.210 + 2         | 39.2      | 0.696 + 1       | + 1.146 + 2 | + 30.861 + 14 | - 20.213 + 5 | 8.735 - 3      |
| 34.3      | 0.379 + 1       | + 1.084 + 4 | + 28.399 + 12 | - 20.162 | 0.8713         | - 2 + 0.209 + 2         | 39.3      | 0.702 + 1       | + 1.142 + 2 | + 30.912 + 14 | - 20.215 + 6 | 8.735 - 3      |
| 34.4      | 0.385 + 1       | + 1.090 + 4 | + 28.450 + 12 | - 20.163 | 0.8713         | - 2 + 0.209 + 2         | 39.4      | 0.709 + 1       | + 1.139 + 2 | + 30.962 + 14 | - 20.216 + 6 | 8.736 - 3      |
| 34.5      | 0.391 + 1       | + 1.095 + 4 | + 28.500 + 12 | - 20.163 | 0.8713         | - 2 + 0.208 + 2         | 39.5      | 0.715 + 1       | + 1.135 + 2 | + 31.012 + 14 | - 20.217 + 6 | 8.736 - 3      |
| 34.6      | 0.397 + 1       | + 1.100 + 4 | + 28.550 + 12 | - 20.164 | 0.8714         | - 2 + 0.207 + 2         | 39.6      | 0.722 + 1       | + 1.131 + 2 | + 31.062 + 14 | - 20.219 + 6 | 8.737 - 3      |
| 34.7      | 0.404 + 1       | + 1.105 + 4 | + 28.600 + 12 | - 20.165 | 0.8714         | - 2 + 0.207 + 2         | 39.7      | 0.728 + 1       | + 1.127 + 2 | + 31.113 + 14 | - 20.220 + 6 | 8.737 - 3      |
| 34.8      | 0.410 + 1       | + 1.110 + 4 | + 28.651 + 12 | - 20.166 | 0.8714         | - 2 + 0.206 + 2         | 39.8      | 0.735 + 1       | + 1.123 + 2 | + 31.163 + 14 | - 20.221 + 6 | 8.738 - 3      |
| 34.9      | 0.416 + 1       | + 1.115 + 4 | + 28.701 + 12 | - 20.167 | 0.8715         | - 2 + 0.205 + 2         | 39.9      | 0.741 + 1       | + 1.119 + 2 | + 31.213 + 14 | - 20.223 + 6 | 8.739 - 3      |
| 35.0      | 0.422 + 1       | + 1.119 + 4 | + 28.751 + 12 | - 20.168 | 0.8715         | - 2 + 0.204 + 2         | 40.0      | 0.748 + 1       | + 1.114 + 2 | + 31.263 + 14 | - 20.224 + 6 | 8.739 - 3      |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten angesetzt.



Tafel Xa.

|    | $\lambda_1$ | Präcess. | Aberr.  | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breite | Arg.<br>I | $\varepsilon_1$ | $\lambda_1$ | Präcess. | Aberr. | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breite |        |    |         |     |         |          |    |        |    |
|----|-------------|----------|---------|----------------|-------------------------|-----------|-----------------|-------------|----------|--------|----------------|-------------------------|--------|----|---------|-----|---------|----------|----|--------|----|
| +1 | +1"114      | +2       | +31"263 | +14            | -20"224                 | +68"739   | -3              | +0"152      | +4       | 45.0   | 1"023          | 0                       | +0"676 | +1 | +33"776 | +15 | -20"305 | +88"774  | -4 | +0"073 | +5 |
| +1 | +1.109      | +2       | +31.314 | +14            | -20.226                 | +68.740   | -3              | +0.151      | +4       | 45.1   | 1.028          | 0                       | +0.663 | +1 | +33.826 | +15 | -20.307 | +88.775  | -4 | +0.071 | +5 |
| +1 | +1.104      | +2       | +31.364 | +14            | -20.227                 | +68.741   | -3              | +0.150      | +4       | 45.2   | 1.032          | 0                       | +0.651 | +1 | +33.876 | +15 | -20.309 | +88.776  | -4 | +0.069 | +5 |
| +1 | +1.099      | +2       | +31.414 | +14            | -20.228                 | +68.741   | -3              | +0.148      | +4       | 45.3   | 1.036          | 0                       | +0.638 | +1 | +33.926 | +15 | -20.311 | +88.777  | -4 | +0.068 | +5 |
| 0  | +1.094      | +2       | +31.464 | +14            | -20.230                 | +68.742   | -3              | +0.147      | +4       | 45.4   | 1.040          | 0                       | +0.625 | +1 | +33.977 | +15 | -20.312 | +88.778  | -4 | +0.066 | +5 |
| 0  | +1.089      | +2       | +31.515 | +14            | -20.231                 | +68.742   | -3              | +0.145      | +4       | 45.5   | 1.044          | 0                       | +0.612 | +1 | +34.027 | +15 | -20.314 | +98.778  | -4 | +0.064 | +5 |
| 0  | +1.083      | +2       | +31.565 | +14            | -20.233                 | +68.743   | -3              | +0.144      | +4       | 45.6   | 1.048          | 0                       | +0.599 | +1 | +34.077 | +15 | -20.316 | +98.779  | -4 | +0.062 | +5 |
| 0  | +1.077      | +2       | +31.615 | +14            | -20.234                 | +68.744   | -3              | +0.143      | +4       | 45.7   | 1.052          | 0                       | +0.586 | +1 | +34.127 | +15 | -20.318 | +98.780  | -4 | +0.060 | +5 |
| 0  | +1.071      | +2       | +31.665 | +14            | -20.236                 | +68.744   | -3              | +0.141      | +4       | 45.8   | 1.055          | 0                       | +0.573 | +1 | +34.178 | +15 | -20.320 | +98.781  | -4 | +0.058 | +5 |
| 0  | +1.065      | +2       | +31.716 | +14            | -20.237                 | +68.745   | -3              | +0.140      | +4       | 45.9   | 1.059          | 0                       | +0.559 | +1 | +34.228 | +15 | -20.322 | +98.782  | -4 | +0.056 | +5 |
| 0  | +1.059      | +2       | +31.766 | +14            | -20.238                 | +68.746   | -3              | +0.138      | +4       | 46.0   | 1.063          | 0                       | +0.546 | +1 | +34.278 | +15 | -20.323 | +98.782  | -4 | +0.054 | +5 |
| 0  | +1.052      | +2       | +31.816 | +14            | -20.239                 | +78.746   | -3              | +0.137      | +4       | 46.1   | 1.066          | 0                       | +0.532 | +1 | +34.328 | +15 | -20.325 | +98.783  | -4 | +0.052 | +5 |
| 0  | +1.046      | +2       | +31.866 | +14            | -20.241                 | +78.747   | -3              | +0.136      | +4       | 46.2   | 1.070          | 0                       | +0.519 | +1 | +34.379 | +15 | -20.327 | +98.784  | -4 | +0.050 | +5 |
| 0  | +1.039      | +2       | +31.917 | +14            | -20.243                 | +78.748   | -3              | +0.134      | +4       | 46.3   | 1.073          | 0                       | +0.505 | +1 | +34.429 | +15 | -20.329 | +98.785  | -4 | +0.049 | +5 |
| 0  | +1.032      | +2       | +31.967 | +14            | -20.244                 | +78.748   | -3              | +0.133      | +4       | 46.4   | 1.077          | 0                       | +0.491 | +1 | +34.479 | +16 | -20.331 | +98.786  | -4 | +0.047 | +5 |
| 0  | +1.025      | +2       | +32.017 | +14            | -20.246                 | +78.749   | -3              | +0.131      | +4       | 46.5   | 1.080          | 0                       | +0.477 | +1 | +34.529 | +16 | -20.333 | +98.786  | -4 | +0.045 | +5 |
| 0  | +1.017      | +2       | +32.067 | +14            | -20.248                 | +78.750   | -3              | +0.130      | +4       | 46.6   | 1.083          | 0                       | +0.463 | +1 | +34.580 | +16 | -20.335 | +98.787  | -4 | +0.043 | +5 |
| 0  | +1.010      | +2       | +32.118 | +14            | -20.249                 | +78.750   | -3              | +0.128      | +4       | 46.7   | 1.086          | 0                       | +0.449 | +1 | +34.630 | +16 | -20.337 | +98.788  | -4 | +0.041 | +5 |
| 0  | +1.002      | +2       | +32.168 | +14            | -20.251                 | +78.751   | -3              | +0.127      | +4       | 46.8   | 1.089          | 0                       | +0.435 | +1 | +34.680 | +16 | -20.339 | +98.789  | -4 | +0.039 | +5 |
| 0  | +0.994      | +2       | +32.218 | +14            | -20.252                 | +78.752   | -3              | +0.125      | +4       | 46.9   | 1.092          | 0                       | +0.420 | +1 | +34.730 | +16 | -20.341 | +98.790  | -4 | +0.037 | +5 |
| 0  | +0.986      | +2       | +32.268 | +15            | -20.254                 | +78.752   | -3              | +0.124      | +4       | 47.0   | 1.095          | 0                       | +0.406 | +1 | +34.781 | +16 | -20.343 | +98.791  | -4 | +0.035 | +5 |
| 0  | +0.978      | +1       | +32.319 | +15            | -20.255                 | +78.753   | -3              | +0.122      | +4       | 47.1   | 1.098          | 0                       | +0.392 | +1 | +34.831 | +16 | -20.345 | +98.792  | -4 | +0.033 | +5 |
| 0  | +0.970      | +1       | +32.369 | +15            | -20.257                 | +78.754   | -3              | +0.121      | +4       | 47.2   | 1.101          | 0                       | +0.377 | +1 | +34.881 | +16 | -20.347 | +98.792  | -4 | +0.031 | +5 |
| 0  | +0.961      | +1       | +32.419 | +15            | -20.259                 | +78.754   | -3              | +0.119      | +4       | 47.3   | 1.104          | 0                       | +0.362 | +1 | +34.931 | +16 | -20.349 | +98.793  | -4 | +0.029 | +5 |
| 0  | +0.952      | +1       | +32.469 | +15            | -20.260                 | +78.755   | -3              | +0.117      | +4       | 47.4   | 1.106          | 0                       | +0.348 | +1 | +34.982 | +16 | -20.350 | +98.794  | -4 | +0.027 | +5 |
| 0  | +0.944      | +1       | +32.519 | +15            | -20.262                 | +78.756   | -3              | +0.116      | +4       | 47.5   | 1.109          | 0                       | +0.333 | +1 | +35.032 | +16 | -20.352 | +98.795  | -4 | +0.025 | +5 |
| 0  | +0.935      | +1       | +32.570 | +15            | -20.264                 | +78.756   | -3              | +0.114      | +4       | 47.6   | 1.111          | 0                       | +0.318 | +1 | +35.082 | +16 | -20.354 | +98.796  | -4 | +0.023 | +5 |
| 0  | +0.926      | +1       | +32.620 | +15            | -20.265                 | +78.757   | -3              | +0.113      | +4       | 47.7   | 1.113          | 0                       | +0.303 | +1 | +35.132 | +16 | -20.356 | +98.797  | -4 | +0.021 | +5 |
| 0  | +0.916      | +1       | +32.670 | +15            | -20.267                 | +78.758   | -3              | +0.111      | +4       | 47.8   | 1.116          | 0                       | +0.288 | +1 | +35.183 | +16 | -20.358 | +98.798  | -4 | +0.019 | +5 |
| 0  | +0.907      | +1       | +32.720 | +15            | -20.268                 | +78.758   | -3              | +0.109      | +4       | 47.9   | 1.118          | 0                       | +0.273 | +1 | +35.233 | +16 | -20.360 | +98.798  | -4 | +0.016 | +5 |
| 0  | +0.897      | +1       | +32.771 | +15            | -20.270                 | +78.759   | -3              | +0.108      | +4       | 48.0   | 1.120          | 0                       | +0.258 | +1 | +35.283 | +16 | -20.362 | +98.799  | -4 | +0.014 | +5 |
| 0  | +0.888      | +1       | +32.821 | +15            | -20.272                 | +88.760   | -3              | +0.106      | +4       | 48.1   | 1.122          | 0                       | +0.243 | +1 | +35.333 | +16 | -20.364 | +98.800  | -4 | +0.012 | +5 |
| 0  | +0.878      | +1       | +32.871 | +15            | -20.273                 | +88.761   | -3              | +0.104      | +4       | 48.2   | 1.124          | 0                       | +0.228 | +1 | +35.384 | +16 | -20.366 | +98.801  | -4 | +0.010 | +5 |
| 0  | +0.868      | +1       | +32.921 | +15            | -20.275                 | +88.762   | -3              | +0.103      | +4       | 48.3   | 1.126          | 0                       | +0.212 | +1 | +35.434 | +16 | -20.368 | +98.802  | -4 | +0.008 | +5 |
| 0  | +0.857      | +1       | +32.972 | +15            | -20.277                 | +88.762   | -3              | +0.101      | +4       | 48.4   | 1.128          | 0                       | +0.197 | +1 | +35.484 | +16 | -20.370 | +98.803  | -4 | +0.006 | +5 |
| 0  | +0.847      | +1       | +33.022 | +15            | -20.278                 | +88.763   | -3              | +0.099      | +4       | 48.5   | 1.130          | 0                       | +0.182 | +1 | +35.534 | +16 | -20.372 | +108.804 | -4 | +0.004 | +5 |
| 0  | +0.837      | +1       | +33.072 | +15            | -20.280                 | +88.764   | -4              | +0.098      | +4       | 48.6   | 1.131          | 0                       | +0.166 | +1 | +35.584 | +16 | -20.374 | +108.804 | -4 | +0.002 | +5 |
| 0  | +0.826      | +1       | +33.122 | +15            | -20.282                 | +88.764   | -4              | +0.096      | +4       | 48.7   | 1.133          | 0                       | +0.151 | +1 | +35.635 | +16 | -20.376 | +108.805 | -4 | +0.000 | +5 |
| 0  | +0.815      | +1       | +33.173 | +15            | -20.284                 | +88.765   | -4              | +0.094      | +4       | 48.8   | 1.134          | 0                       | +0.135 | +1 | +35.685 | +16 | -20.378 | +108.806 | -4 | +0.002 | +5 |
| 0  | +0.804      | +1       | +33.223 | +15            | -20.285                 | +88.766   | -4              | +0.093      | +4       | 48.9   | 1.136          | 0                       | +0.120 | +1 | +35.735 | +16 | -20.381 | +108.807 | -4 | +0.004 | +5 |
| 0  | +0.793      | +1       | +33.273 | +15            | -20.287                 | +88.767   | -4              | +0.091      | +4       | 49.0   | 1.137          | 0                       | +0.104 | +1 | +35.785 | +16 | -20.383 | +108.808 | -4 | +0.007 | +5 |
| 0  | +0.782      | +1       | +33.323 | +15            | -20.289                 | +88.768   | -4              | +0.089      | +4       | 49.1   | 1.138          | 0                       | +0.088 | +1 | +35.836 | +16 | -20.385 | +108.809 | -4 | +0.009 | +5 |
| 0  | +0.771      | +1       | +33.374 | +15            | -20.291                 | +88.769   | -4              | +0.087      | +4       | 49.2   | 1.139          | 0                       | +0.073 | +1 | +35.886 | +16 | -20.387 | +108.810 | -4 | +0.011 | +5 |
| 0  | +0.759      | +1       | +33.424 | +15            | -20.292                 | +88.769   | -4              | +0.086      | +5       | 49.3   | 1.141          | 0                       | +0.057 | +1 | +35.936 | +16 | -20.389 | +108.811 | -4 | +0.013 | +5 |
| 0  | +0.748      | +1       | +33.474 | +15            | -20.294                 | +88.770   | -4              | +0.084      | +5       | 49.4   | 1.142          | 0                       | +0.041 | +1 | +35.986 | +16 | -20.391 | +108.811 | -4 | +0.015 | +5 |
| 0  | +0.736      | +1       | +33.524 | +15            | -20.296                 | +88.770   | -4              | +0.082      | +5       | 49.5   | 1.142          | 0                       | +0.025 | +1 | +36.037 | +16 | -20.393 | +108.812 | -4 | +0.017 | +5 |
| 0  | +0.724      | +1       | +33.575 | +15            | -20.298                 | +88.771   | -4              | +0.080      | +5       | 49.6   | 1.143          | 0                       | +0.010 | +1 | +36.087 | +16 | -20.395 | +108.813 | -4 | +0.019 | +5 |
| 0  | +0.712      | +1       | +33.625 | +15            | -20.300                 | +88.772   | -4              | +0.078      | +5       | 49.7   | 1.144          | 0                       | -0.006 | +1 | +36.137 | +16 | -20.397 | +108.814 | -4 | +0.022 | +5 |
| 0  | +0.700      | +1       | +33.675 | +15            | -20.301                 | +88.773   | -4              | +0.077      | +5       | 49.8   | 1.145          | 0                       | -0.022 | +1 | +36.187 | +16 | -20.399 | +108.815 | -4 | +0.024 | +5 |
| 0  | +0.688      | +1       | +33.725 | +15            | -20.303                 | +88.774   | -4              | +0.075      | +5       | 49.9   | 1.145          | 0                       | -0.038 | +1 | +36.238 | +16 | -20.401 | +108.816 | -4 | +0.026 | +5 |
| 0  | +0.676      | +1       | +33.776 | +15            | -20.305                 | +88.774   | -4              | +0.073      | +5       | 50.0   | 1.146          | 0                       | -0.054 | +1 | +36.288 | +16 | -20.403 | +108.817 | -4 | +0.028 | +5 |

Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale



Tafel Xa.

| Arg.<br>I | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess. | Aberr. | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breite | Arg.<br>I | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess. | Aberr. | Parall-<br>axe | Re-<br>der |       |    |        |   |          |      |         |      |       |    |    |
|-----------|-----------------|-------------|----------|--------|----------------|-------------------------|-----------|-----------------|-------------|----------|--------|----------------|------------|-------|----|--------|---|----------|------|---------|------|-------|----|----|
| 50.0      | 1.146           | -1          | -0.054   | 0      | + 36.288       | + 16                    | -20.403   | + 10            | 8.817       | -4       | -0.028 | + 5            | 55.0       | 1.063 | -1 | -0.812 | 0 | + 38.800 | + 17 | -20.510 | + 10 | 8.863 | -4 | -0 |
| 50.1      | 1.146           | -1          | -0.070   | 0      | + 36.338       | + 16                    | -20.405   | + 10            | 8.818       | -4       | -0.030 | + 5            | 55.1       | 1.059 | -1 | -0.826 | 0 | + 38.850 | + 17 | -20.512 | + 10 | 8.864 | -4 | -0 |
| 50.2      | 1.146           | -1          | -0.085   | 0      | + 36.388       | + 16                    | -20.407   | + 10            | 8.819       | -4       | -0.033 | + 5            | 55.2       | 1.055 | -1 | -0.839 | 0 | + 38.901 | + 17 | -20.514 | + 10 | 8.865 | -4 | -0 |
| 50.3      | 1.147           | -1          | -0.100   | 0      | + 36.439       | + 16                    | -20.409   | + 10            | 8.820       | -4       | -0.035 | + 5            | 55.3       | 1.051 | -1 | -0.852 | 0 | + 38.951 | + 18 | -20.517 | + 10 | 8.866 | -4 | -0 |
| 50.4      | 1.147           | -1          | -0.117   | 0      | + 36.489       | + 16                    | -20.412   | + 10            | 8.820       | -4       | -0.037 | + 5            | 55.4       | 1.047 | -1 | -0.865 | 0 | + 39.001 | + 18 | -20.519 | + 10 | 8.867 | -4 | -0 |
| 50.5      | 1.147           | -1          | -0.133   | 0      | + 36.539       | + 16                    | -20.414   | + 10            | 8.821       | -4       | -0.039 | + 5            | 55.5       | 1.043 | -1 | -0.878 | 0 | + 39.051 | + 18 | -20.521 | + 10 | 8.868 | -4 | -0 |
| 50.6      | 1.147           | -1          | -0.149   | 0      | + 36.589       | + 16                    | -20.416   | + 10            | 8.822       | -4       | -0.041 | + 5            | 55.6       | 1.039 | -1 | -0.891 | 0 | + 39.102 | + 18 | -20.523 | + 10 | 8.869 | -4 | -0 |
| 50.7      | 1.147           | -1          | -0.165   | 0      | + 36.640       | + 16                    | -20.418   | + 10            | 8.823       | -4       | -0.044 | + 5            | 55.7       | 1.035 | -1 | -0.904 | 0 | + 39.152 | + 18 | -20.525 | + 10 | 8.870 | -4 | -0 |
| 50.8      | 1.147           | -1          | -0.181   | 0      | + 36.690       | + 16                    | -20.420   | + 10            | 8.824       | -4       | -0.046 | + 5            | 55.8       | 1.031 | -1 | -0.916 | 0 | + 39.202 | + 18 | -20.527 | + 10 | 8.870 | -4 | -0 |
| 50.9      | 1.146           | -1          | -0.197   | 0      | + 36.740       | + 17                    | -20.422   | + 10            | 8.825       | -4       | -0.048 | + 5            | 55.9       | 1.026 | -1 | -0.929 | 0 | + 39.252 | + 18 | -20.529 | + 10 | 8.871 | -4 | -0 |
| 51.0      | 1.146           | -1          | -0.213   | 0      | + 36.790       | + 17                    | -20.424   | + 10            | 8.826       | -4       | -0.050 | + 5            | 56.0       | 1.022 | -1 | -0.941 | 0 | + 39.303 | + 18 | -20.532 | + 10 | 8.872 | -4 | -0 |
| 51.1      | 1.146           | -1          | -0.228   | 0      | + 36.841       | + 17                    | -20.426   | + 10            | 8.827       | -4       | -0.053 | + 5            | 56.1       | 1.017 | -1 | -0.953 | 0 | + 39.353 | + 18 | -20.534 | + 10 | 8.873 | -4 | -0 |
| 51.2      | 1.145           | -1          | -0.244   | 0      | + 36.891       | + 17                    | -20.428   | + 10            | 8.828       | -4       | -0.055 | + 5            | 56.2       | 1.013 | -1 | -0.965 | 0 | + 39.403 | + 18 | -20.536 | + 10 | 8.874 | -4 | -0 |
| 51.3      | 1.144           | -1          | -0.260   | 0      | + 36.941       | + 17                    | -20.431   | + 10            | 8.829       | -4       | -0.057 | + 5            | 56.3       | 1.008 | -1 | -0.977 | 0 | + 39.453 | + 18 | -20.538 | + 10 | 8.875 | -4 | -0 |
| 51.4      | 1.144           | -1          | -0.276   | 0      | + 36.991       | + 17                    | -20.433   | + 10            | 8.830       | -4       | -0.059 | + 5            | 56.4       | 1.004 | -1 | -0.989 | 0 | + 39.504 | + 18 | -20.540 | + 10 | 8.876 | -4 | -0 |
| 51.5      | 1.143           | -1          | -0.292   | 0      | + 37.042       | + 17                    | -20.435   | + 10            | 8.831       | -4       | -0.062 | + 5            | 56.5       | 0.999 | -1 | -1.001 | 0 | + 39.554 | + 18 | -20.542 | + 10 | 8.877 | -4 | -0 |
| 51.6      | 1.142           | -1          | -0.308   | 0      | + 37.092       | + 17                    | -20.437   | + 10            | 8.832       | -4       | -0.064 | + 5            | 56.6       | 0.994 | 0  | -1.012 | 0 | + 39.604 | + 18 | -20.544 | + 10 | 8.878 | -4 | -0 |
| 51.7      | 1.141           | -1          | -0.323   | 0      | + 37.142       | + 17                    | -20.439   | + 10            | 8.832       | -4       | -0.066 | + 5            | 56.7       | 0.989 | 0  | -1.024 | 0 | + 39.654 | + 18 | -20.547 | + 10 | 8.879 | -4 | -0 |
| 51.8      | 1.140           | -1          | -0.339   | 0      | + 37.192       | + 17                    | -20.441   | + 10            | 8.833       | -4       | -0.068 | + 5            | 56.8       | 0.984 | 0  | -1.035 | 0 | + 39.705 | + 18 | -20.549 | + 10 | 8.880 | -4 | -0 |
| 51.9      | 1.139           | -1          | -0.355   | 0      | + 37.243       | + 17                    | -20.443   | + 10            | 8.834       | -4       | -0.071 | + 5            | 56.9       | 0.979 | 0  | -1.046 | 0 | + 39.755 | + 18 | -20.551 | + 10 | 8.881 | -4 | -0 |
| 52.0      | 1.138           | -1          | -0.370   | 0      | + 37.293       | + 17                    | -20.446   | + 10            | 8.835       | -4       | -0.073 | + 5            | 57.0       | 0.974 | 0  | -1.057 | 0 | + 39.805 | + 18 | -20.553 | + 10 | 8.881 | -4 | -0 |
| 52.1      | 1.136           | -1          | -0.386   | 0      | + 37.343       | + 17                    | -20.448   | + 10            | 8.836       | -4       | -0.075 | + 5            | 57.1       | 0.969 | 0  | -1.068 | 0 | + 39.855 | + 18 | -20.555 | + 10 | 8.882 | -4 | -0 |
| 52.2      | 1.135           | -1          | -0.401   | 0      | + 37.393       | + 17                    | -20.450   | + 10            | 8.837       | -4       | -0.078 | + 5            | 57.2       | 0.964 | 0  | -1.078 | 0 | + 39.906 | + 18 | -20.557 | + 10 | 8.883 | -4 | -0 |
| 52.3      | 1.133           | -1          | -0.417   | 0      | + 37.444       | + 17                    | -20.452   | + 10            | 8.838       | -4       | -0.080 | + 5            | 57.3       | 0.959 | 0  | -1.089 | 0 | + 39.956 | + 18 | -20.559 | + 10 | 8.884 | -4 | -0 |
| 52.4      | 1.132           | -1          | -0.433   | 0      | + 37.494       | + 17                    | -20.454   | + 10            | 8.839       | -4       | -0.082 | + 5            | 57.4       | 0.954 | 0  | -1.099 | 0 | + 40.006 | + 18 | -20.561 | + 10 | 8.885 | -4 | -0 |
| 52.5      | 1.130           | -1          | -0.448   | 0      | + 37.544       | + 17                    | -20.456   | + 10            | 8.840       | -4       | -0.084 | + 5            | 57.5       | 0.948 | 0  | -1.109 | 0 | + 40.056 | + 18 | -20.564 | + 10 | 8.886 | -4 | -0 |
| 52.6      | 1.129           | -1          | -0.464   | 0      | + 37.594       | + 17                    | -20.458   | + 10            | 8.841       | -4       | -0.087 | + 5            | 57.6       | 0.943 | 0  | -1.119 | 0 | + 40.107 | + 18 | -20.566 | + 10 | 8.887 | -4 | -0 |
| 52.7      | 1.127           | -1          | -0.479   | 0      | + 37.645       | + 17                    | -20.461   | + 10            | 8.842       | -4       | -0.089 | + 5            | 57.7       | 0.937 | 0  | -1.129 | 0 | + 40.157 | + 18 | -20.568 | + 10 | 8.888 | -4 | -0 |
| 52.8      | 1.125           | -1          | -0.494   | 0      | + 37.695       | + 17                    | -20.463   | + 10            | 8.842       | -4       | -0.091 | + 5            | 57.8       | 0.932 | 0  | -1.139 | 0 | + 40.207 | + 18 | -20.570 | + 10 | 8.889 | -4 | -0 |
| 52.9      | 1.123           | -1          | -0.509   | 0      | + 37.745       | + 17                    | -20.465   | + 10            | 8.843       | -4       | -0.094 | + 5            | 57.9       | 0.926 | 0  | -1.149 | 0 | + 40.257 | + 18 | -20.572 | + 10 | 8.890 | -4 | -0 |
| 53.0      | 1.121           | -1          | -0.525   | 0      | + 37.795       | + 17                    | -20.467   | + 10            | 8.844       | -4       | -0.096 | + 5            | 58.0       | 0.921 | 0  | -1.158 | 0 | + 40.308 | + 18 | -20.574 | + 10 | 8.891 | -4 | -0 |
| 53.1      | 1.119           | -1          | -0.540   | 0      | + 37.846       | + 17                    | -20.469   | + 10            | 8.845       | -4       | -0.098 | + 5            | 58.1       | 0.915 | 0  | -1.167 | 0 | + 40.358 | + 18 | -20.576 | + 10 | 8.892 | -4 | -0 |
| 53.2      | 1.116           | -1          | -0.555   | 0      | + 37.896       | + 17                    | -20.471   | + 10            | 8.846       | -4       | -0.101 | + 5            | 58.2       | 0.909 | 0  | -1.176 | 0 | + 40.408 | + 18 | -20.578 | + 10 | 8.893 | -4 | -0 |
| 53.3      | 1.114           | -1          | -0.570   | 0      | + 37.946       | + 17                    | -20.473   | + 10            | 8.847       | -4       | -0.103 | + 5            | 58.3       | 0.903 | 0  | -1.185 | 0 | + 40.458 | + 18 | -20.580 | + 10 | 8.893 | -4 | -0 |
| 53.4      | 1.112           | -1          | -0.585   | 0      | + 37.996       | + 17                    | -20.476   | + 10            | 8.848       | -4       | -0.105 | + 5            | 58.4       | 0.898 | 0  | -1.194 | 0 | + 40.509 | + 18 | -20.583 | + 10 | 8.894 | -4 | -0 |
| 53.5      | 1.109           | -1          | -0.600   | 0      | + 38.047       | + 17                    | -20.478   | + 10            | 8.849       | -4       | -0.108 | + 5            | 58.5       | 0.892 | 0  | -1.202 | 0 | + 40.559 | + 18 | -20.585 | + 10 | 8.895 | -4 | -0 |
| 53.6      | 1.107           | -1          | -0.614   | 0      | + 38.097       | + 17                    | -20.480   | + 10            | 8.850       | -4       | -0.110 | + 5            | 58.6       | 0.886 | 0  | -1.211 | 0 | + 40.609 | + 18 | -20.587 | + 10 | 8.896 | -4 | -0 |
| 53.7      | 1.104           | -1          | -0.629   | 0      | + 38.147       | + 17                    | -20.482   | + 10            | 8.851       | -4       | -0.112 | + 5            | 58.7       | 0.880 | 0  | -1.219 | 0 | + 40.659 | + 18 | -20.589 | + 10 | 8.897 | -4 | -0 |
| 53.8      | 1.101           | -1          | -0.644   | 0      | + 38.197       | + 17                    | -20.484   | + 10            | 8.852       | -4       | -0.115 | + 5            | 58.8       | 0.874 | 0  | -1.227 | 0 | + 40.710 | + 18 | -20.591 | + 10 | 8.898 | -4 | -0 |
| 53.9      | 1.099           | -1          | -0.658   | 0      | + 38.248       | + 17                    | -20.486   | + 10            | 8.853       | -4       | -0.117 | + 5            | 58.9       | 0.868 | 0  | -1.235 | 0 | + 40.760 | + 18 | -20.593 | + 10 | 8.899 | -4 | -0 |
| 54.0      | 1.096           | -1          | -0.673   | 0      | + 38.298       | + 17                    | -20.489   | + 10            | 8.854       | -4       | -0.119 | + 5            | 59.0       | 0.862 | 0  | -1.242 | 0 | + 40.810 | + 18 | -20.595 | + 10 | 8.900 | -4 | -0 |
| 54.1      | 1.093           | -1          | -0.687   | 0      | + 38.348       | + 17                    | -20.491   | + 10            | 8.855       | -4       | -0.121 | + 5            | 59.1       | 0.855 | 0  | -1.250 | 0 | + 40.860 | + 18 | -20.597 | + 10 | 8.901 | -4 | -0 |
| 54.2      | 1.090           | -1          | -0.701   | 0      | + 38.398       | + 17                    | -20.493   | + 10            | 8.856       | -4       | -0.124 | + 5            | 59.2       | 0.849 | 0  | -1.257 | 0 | + 40.911 | + 18 | -20.599 | + 10 | 8.901 | -4 | -0 |
| 54.3      | 1.087           | -1          | -0.716   | 0      | + 38.449       | + 17                    | -20.495   | + 10            | 8.856       | -4       | -0.126 | + 5            | 59.3       | 0.843 | 0  | -1.264 | 0 | + 40.961 | + 18 | -20.601 | + 10 | 8.902 | -4 | -0 |
| 54.4      | 1.083           | -1          | -0.730   | 0      | + 38.499       | + 17                    | -20.497   | + 10            | 8.857       | -4       | -0.128 | + 5            | 59.4       | 0.837 | 0  | -1.271 | 0 | + 41.011 | + 18 | -20.603 | + 10 | 8.903 | -4 | -0 |
| 54.5      | 1.080           | -1          | -0.744   | 0      | + 38.549       | + 17                    | -20.499   | + 10            | 8.858       | -4       | -0.131 | + 5            | 59.5       | 0.830 | 0  | -1.278 | 0 | + 41.061 | + 18 | -20.605 | + 10 | 8.904 | -4 | -0 |
| 54.6      | 1.077           | -1          | -0.758   | 0      | + 38.599       | + 17                    | -20.502   | + 10            | 8.859       | -4       | -0.133 | + 5            | 59.6       | 0.824 | 0  | -1.284 | 0 | + 41.112 | + 18 | -20.607 | + 10 | 8.905 | -4 | -0 |
| 54.7      | 1.073           | -1          | -0.771   | 0      | + 38.649       | + 17                    | -20.504   | + 10            | 8.860       | -4       | -0.135 | + 5            | 59.7       | 0.818 | 0  | -1.290 | 0 | + 41.162 | + 18 | -20.609 | + 10 | 8.906 | -4 | -0 |
| 54.8      | 1.070           | -1          | -0.785   | 0      | + 38.700       | + 17                    | -20.506   | + 10            | 8.861       | -4       | -0.138 | + 5            | 59.8       | 0.811 | 0  | -1.297 | 0 | + 41.212 | + 19 | -20.611 | + 10 | 8.907 | -4 | -0 |
| 54.9      | 1.066           | -1          | -0.799   | 0      | + 38.750       | + 17                    | -20.508   | + 10            | 8.862       | -4       | -0.140 | + 5            | 59.9       | 0.805 | 0  | -1.302 | 0 | + 41.262 | + 19 | -20.613 | + 10 | 8.908 | -4 | -0 |
| 55.0      | 1.063           | -1          | -0.812   | 0      | + 38.800       | + 17                    | -20.510   | + 10            | 8.863       | -4       | -0.142 | + 5            | 60.0       | 0.798 | 0  | -1.308 | 0 | + 41.313 | + 19 | -20.615 | + 10 | 8.908 | -4 | -0 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten D angesetzt.

Tafel Xa.

| I   | $\lambda_I$ | Präcess.         | Aberr.       | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breite | Arg.<br>I  | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.         | Aberr.      | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breite |
|-----|-------------|------------------|--------------|----------------|-------------------------|------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|----------------|-------------------------|
| o   | -1.308      | 0 + 41.313 + 19  | -20.615 + 10 | 8.908          | -4                      | -0.257 + 5 | 65.0 0.450 + 1  | -1.331      | -2 + 43.825 + 20 | -20.708 + 8 | 8.948          | -3 - 0.359 + 4          |
| o   | -1.314      | 0 + 41.363 + 19  | -20.617 + 10 | 8.909          | -4                      | -0.259 + 5 | 65.1 0.443 + 1  | -1.326      | -2 + 43.875 + 20 | -20.709 + 8 | 8.949          | -3 - 0.360 + 4          |
| o   | -1.319      | 0 + 41.413 + 19  | -20.619 + 10 | 8.910          | -4                      | -0.262 + 5 | 65.2 0.436 + 1  | -1.321      | -2 + 43.925 + 20 | -20.711 + 8 | 8.950          | -3 - 0.362 + 4          |
| o   | -1.324      | 0 + 41.463 + 19  | -20.621 + 10 | 8.911          | -4                      | -0.264 + 5 | 65.3 0.429 + 1  | -1.316      | -2 + 43.976 + 20 | -20.713 + 8 | 8.951          | -3 - 0.364 + 4          |
| o   | -1.329      | 0 + 41.514 + 19  | -20.623 + 10 | 8.912          | -4                      | -0.266 + 5 | 65.4 0.423 + 1  | -1.310      | -2 + 44.026 + 20 | -20.714 + 8 | 8.951          | -3 - 0.366 + 4          |
| o   | -1.334      | 0 + 41.564 + 19  | -20.625 + 10 | 8.913          | -4                      | -0.268 + 5 | 65.5 0.416 + 1  | -1.304      | -2 + 44.076 + 20 | -20.716 + 8 | 8.952          | -3 - 0.367 + 4          |
| o   | -1.338      | 0 + 41.614 + 19  | -20.627 + 10 | 8.914          | -4                      | -0.270 + 5 | 65.6 0.409 + 1  | -1.298      | -2 + 44.126 + 20 | -20.717 + 8 | 8.953          | -3 - 0.369 + 4          |
| o   | -1.343      | 0 + 41.664 + 19  | -20.629 + 10 | 8.915          | -4                      | -0.273 + 5 | 65.7 0.402 + 1  | -1.292      | -2 + 44.177 + 20 | -20.719 + 8 | 8.953          | -3 - 0.371 + 4          |
| o   | -1.347      | -1 + 41.715 + 19 | -20.631 + 10 | 8.915          | -4                      | -0.275 + 5 | 65.8 0.396 + 1  | -1.286      | -2 + 44.227 + 20 | -20.721 + 8 | 8.954          | -3 - 0.373 + 4          |
| o   | -1.351      | -1 + 41.765 + 19 | -20.633 + 10 | 8.916          | -4                      | -0.277 + 5 | 65.9 0.389 + 1  | -1.279      | -3 + 44.277 + 20 | -20.722 + 8 | 8.955          | -3 - 0.374 + 4          |
| o   | -1.355      | -1 + 41.815 + 19 | -20.635 + 10 | 8.917          | -4                      | -0.279 + 5 | 66.0 0.382 + 1  | -1.272      | -3 + 44.327 + 20 | -20.724 + 8 | 8.955          | -3 - 0.376 + 4          |
| o   | -1.358      | -1 + 41.865 + 19 | -20.637 + 10 | 8.918          | -4                      | -0.281 + 5 | 66.1 0.376 + 1  | -1.265      | -3 + 44.378 + 20 | -20.725 + 8 | 8.956          | -3 - 0.378 + 4          |
| o   | -1.361      | -1 + 41.915 + 19 | -20.639 + 10 | 8.919          | -4                      | -0.283 + 5 | 66.2 0.369 + 1  | -1.258      | -3 + 44.428 + 20 | -20.727 + 8 | 8.957          | -3 - 0.379 + 3          |
| o   | -1.365      | -1 + 41.966 + 19 | -20.641 + 10 | 8.920          | -4                      | -0.285 + 5 | 66.3 0.363 + 1  | -1.251      | -3 + 44.478 + 20 | -20.728 + 8 | 8.957          | -3 - 0.381 + 3          |
| o   | -1.368      | -1 + 42.016 + 19 | -20.643 + 10 | 8.920          | -4                      | -0.288 + 5 | 66.4 0.356 + 1  | -1.243      | -3 + 44.528 + 20 | -20.730 + 8 | 8.958          | -3 - 0.383 + 3          |
| o   | -1.370      | -1 + 42.066 + 19 | -20.645 + 10 | 8.921          | -4                      | -0.290 + 5 | 66.5 0.350 + 1  | -1.235      | -3 + 44.579 + 20 | -20.731 + 8 | 8.959          | -3 - 0.384 + 3          |
| o   | -1.373      | -1 + 42.116 + 19 | -20.647 + 10 | 8.922          | -4                      | -0.292 + 5 | 66.6 0.343 + 1  | -1.227      | -3 + 44.629 + 20 | -20.733 + 8 | 8.959          | -3 - 0.386 + 3          |
| o   | -1.375      | -1 + 42.167 + 19 | -20.649 + 10 | 8.923          | -4                      | -0.294 + 5 | 66.7 0.337 + 1  | -1.219      | -3 + 44.679 + 20 | -20.734 + 8 | 8.960          | -3 - 0.387 + 3          |
| o   | -1.377      | -1 + 42.217 + 19 | -20.650 + 10 | 8.924          | -4                      | -0.296 + 5 | 66.8 0.331 + 1  | -1.211      | -3 + 44.729 + 20 | -20.736 + 8 | 8.961          | -3 - 0.389 + 3          |
| o   | -1.379      | -1 + 42.267 + 19 | -20.652 + 10 | 8.925          | -4                      | -0.298 + 5 | 66.9 0.324 + 1  | -1.202      | -3 + 44.780 + 20 | -20.737 + 8 | 8.961          | -3 - 0.390 + 3          |
| o   | -1.381      | -1 + 42.317 + 19 | -20.654 + 9  | 8.925          | -4                      | -0.300 + 5 | 67.0 0.318 + 1  | -1.194      | -3 + 44.830 + 20 | -20.739 + 8 | 8.962          | -3 - 0.392 + 3          |
| o   | -1.382      | -1 + 42.368 + 19 | -20.656 + 9  | 8.926          | -4                      | -0.302 + 5 | 67.1 0.312 + 1  | -1.185      | -3 + 44.880 + 20 | -20.740 + 8 | 8.963          | -3 - 0.393 + 3          |
| o   | -1.383      | -1 + 42.418 + 19 | -20.658 + 9  | 8.927          | -4                      | -0.304 + 5 | 67.2 0.306 + 1  | -1.176      | -3 + 44.930 + 20 | -20.742 + 7 | 8.963          | -3 - 0.395 + 3          |
| o   | -1.384      | -1 + 42.468 + 19 | -20.660 + 9  | 8.928          | -4                      | -0.307 + 5 | 67.3 0.300 + 1  | -1.166      | -3 + 44.980 + 20 | -20.743 + 7 | 8.964          | -3 - 0.396 + 3          |
| o   | -1.385      | -1 + 42.518 + 19 | -20.662 + 9  | 8.929          | -4                      | -0.309 + 5 | 67.4 0.294 + 1  | -1.157      | -3 + 45.031 + 20 | -20.745 + 7 | 8.964          | -3 - 0.398 + 3          |
| o   | -1.386      | -1 + 42.569 + 19 | -20.664 + 9  | 8.929          | -4                      | -0.311 + 5 | 67.5 0.288 + 1  | -1.147      | -3 + 45.081 + 20 | -20.746 + 7 | 8.965          | -3 - 0.399 + 3          |
| o   | -1.386      | -1 + 42.619 + 19 | -20.666 + 9  | 8.930          | -4                      | -0.313 + 5 | 67.6 0.282 + 1  | -1.137      | -3 + 45.131 + 20 | -20.747 + 7 | 8.966          | -3 - 0.401 + 3          |
| o   | -1.386      | -1 + 42.669 + 19 | -20.667 + 9  | 8.931          | -4                      | -0.315 + 5 | 67.7 0.276 + 1  | -1.127      | -3 + 45.181 + 20 | -20.749 + 7 | 8.966          | -3 - 0.402 + 3          |
| o   | -1.386      | -1 + 42.719 + 19 | -20.669 + 9  | 8.932          | -4                      | -0.317 + 4 | 67.8 0.270 + 1  | -1.117      | -3 + 45.232 + 20 | -20.750 + 7 | 8.967          | -3 - 0.404 + 3          |
| o   | -1.386      | -1 + 42.770 + 19 | -20.671 + 9  | 8.933          | -4                      | -0.319 + 4 | 67.9 0.264 + 1  | -1.107      | -3 + 45.282 + 20 | -20.752 + 7 | 8.967          | -3 - 0.405 + 3          |
| o   | -1.385      | -1 + 42.820 + 19 | -20.673 + 9  | 8.933          | -4                      | -0.321 + 4 | 68.0 0.258 + 1  | -1.096      | -3 + 45.332 + 20 | -20.753 + 7 | 8.968          | -3 - 0.407 + 3          |
| o   | -1.385      | -1 + 42.870 + 19 | -20.675 + 9  | 8.934          | -4                      | -0.323 + 4 | 68.1 0.253 + 1  | -1.085      | -4 + 45.382 + 20 | -20.754 + 7 | 8.969          | -3 - 0.408 + 3          |
| o   | -1.384      | -1 + 42.920 + 19 | -20.676 + 9  | 8.935          | -4                      | -0.325 + 4 | 68.2 0.247 + 1  | -1.074      | -4 + 45.433 + 20 | -20.756 + 7 | 8.969          | -3 - 0.409 + 3          |
| + I | -1.383      | -1 + 42.971 + 19 | -20.678 + 9  | 8.936          | -4                      | -0.327 + 4 | 68.3 0.241 + 1  | -1.063      | -4 + 45.483 + 20 | -20.757 + 7 | 8.970          | -3 - 0.411 + 3          |
| + I | -1.381      | -1 + 43.021 + 19 | -20.680 + 9  | 8.936          | -4                      | -0.329 + 4 | 68.4 0.236 + 1  | -1.052      | -4 + 45.533 + 20 | -20.758 + 7 | 8.970          | -3 - 0.412 + 3          |
| + I | -1.380      | -1 + 43.071 + 19 | -20.682 + 9  | 8.937          | -4                      | -0.331 + 4 | 68.5 0.230 + 1  | -1.040      | -4 + 45.583 + 20 | -20.760 + 7 | 8.971          | -3 - 0.413 + 3          |
| + I | -1.378      | -2 + 43.121 + 19 | -20.684 + 9  | 8.938          | -4                      | -0.333 + 4 | 68.6 0.225 + 1  | -1.029      | -4 + 45.634 + 20 | -20.761 + 7 | 8.971          | -3 - 0.415 + 3          |
| + I | -1.376      | -2 + 43.172 + 19 | -20.685 + 9  | 8.939          | -4                      | -0.334 + 4 | 68.7 0.220 + 1  | -1.017      | -4 + 45.684 + 20 | -20.762 + 7 | 8.972          | -3 - 0.416 + 3          |
| + I | -1.374      | -2 + 43.222 + 19 | -20.687 + 9  | 8.939          | -4                      | -0.336 + 4 | 68.8 0.214 + 1  | -1.005      | -4 + 45.734 + 20 | -20.763 + 7 | 8.972          | -3 - 0.417 + 3          |
| + I | -1.371      | -2 + 43.272 + 19 | -20.689 + 9  | 8.940          | -4                      | -0.338 + 4 | 68.9 0.209 + 1  | -0.993      | -4 + 45.784 + 20 | -20.765 + 7 | 8.973          | -3 - 0.419 + 3          |
| + I | -1.369      | -2 + 43.322 + 19 | -20.691 + 9  | 8.941          | -4                      | -0.340 + 4 | 69.0 0.204 + 1  | -0.981      | -4 + 45.835 + 20 | -20.766 + 6 | 8.974          | -3 - 0.420 + 2          |
| + I | -1.366      | -2 + 43.373 + 20 | -20.692 + 9  | 8.942          | -4                      | -0.342 + 4 | 69.1 0.199 + 1  | -0.968      | -4 + 45.885 + 20 | -20.767 + 6 | 8.974          | -3 - 0.421 + 2          |
| + I | -1.363      | -2 + 43.423 + 20 | -20.694 + 9  | 8.942          | -4                      | -0.344 + 4 | 69.2 0.194 + 1  | -0.956      | -4 + 45.935 + 20 | -20.768 + 6 | 8.974          | -3 - 0.422 + 2          |
| + I | -1.360      | -2 + 43.473 + 20 | -20.696 + 9  | 8.943          | -3                      | -0.346 + 4 | 69.3 0.189 + 1  | -0.943      | -4 + 45.985 + 20 | -20.769 + 6 | 8.975          | -2 - 0.424 + 2          |
| + I | -1.356      | -2 + 43.523 + 20 | -20.698 + 9  | 8.944          | -3                      | -0.348 + 4 | 69.4 0.184 + 1  | -0.930      | -4 + 46.036 + 20 | -20.771 + 6 | 8.976          | -2 - 0.425 + 2          |
| + I | -1.353      | -2 + 43.574 + 20 | -20.699 + 9  | 8.945          | -3                      | -0.350 + 4 | 69.5 0.179 + 1  | -0.917      | -4 + 46.086 + 20 | -20.772 + 6 | 8.976          | -2 - 0.426 + 2          |
| + I | -1.349      | -2 + 43.624 + 20 | -20.701 + 9  | 8.945          | -3                      | -0.351 + 4 | 69.6 0.175 + 1  | -0.904      | -4 + 46.136 + 20 | -20.773 + 6 | 8.977          | -2 - 0.427 + 2          |
| + I | -1.345      | -2 + 43.674 + 20 | -20.703 + 9  | 8.946          | -3                      | -0.353 + 4 | 69.7 0.170 + 1  | -0.891      | -4 + 46.186 + 20 | -20.774 + 6 | 8.977          | -2 - 0.428 + 2          |
| + I | -1.340      | -2 + 43.724 + 20 | -20.704 + 9  | 8.947          | -3                      | -0.355 + 4 | 69.8 0.165 + 1  | -0.877      | -4 + 46.237 + 20 | -20.775 + 6 | 8.978          | -2 - 0.429 + 2          |
| + I | -1.336      | -2 + 43.775 + 20 | -20.706 + 9  | 8.948          | -3                      | -0.357 + 4 | 69.9 0.161 + 1  | -0.863      | -4 + 46.287 + 20 | -20.777 + 6 | 8.978          | -2 - 0.430 + 2          |
| + I | -1.331      | -2 + 43.825 + 20 | -20.708 + 8  | 8.948          | -3                      | -0.359 + 4 | 70.0 0.156 + 1  | -0.850      | -4 + 46.337 + 20 | -20.778 + 6 | 8.979          | -2 - 0.432 + 2          |

Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale

t.

Tafel Xa.

| Arg. I | $\epsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.      | Aberr.      | Parall-axe | Reduction der Breite | Arg. I | $\epsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.                         | Aberr.      | Parall-axe | Red. der |
|--------|--------------|-------------|---------------|-------------|------------|----------------------|--------|--------------|-------------|----------------------------------|-------------|------------|----------|
| 70.0   | 0°156 + 1    | -0°850 - 4  | + 46°337 + 21 | -20°778 + 6 | 8°979 - 2  | -0°432 + 2           | 75.0   | 0°039 0      | -0°039 - 6  | + 48°849 + 22                    | -20°817 + 3 | 8°996 - 1  | -0°4     |
| 70.1   | 0.152 + 1    | -0.836 - 4  | + 46.387 + 21 | -20.779 + 6 | 8.979 - 2  | -0.433 + 2           | 75.1   | 0.039 0      | -0.022 - 6  | + 48.900 + 22                    | -20.817 + 3 | 8.996 - 1  | -0.4     |
| 70.2   | 0.148 + 1    | -0.822 - 4  | + 46.438 + 21 | -20.780 + 6 | 8.979 - 2  | -0.434 + 2           | 75.2   | 0.039 0      | -0.004 - 6  | + 48.950 + 22                    | -20.818 + 3 | 8.996 - 1  | -0.4     |
| 70.3   | 0.143 + 1    | -0.808 - 4  | + 46.488 + 21 | -20.781 + 6 | 8.980 - 2  | -0.435 + 2           | 75.3   | 0.039 0      | + 0.013 - 6 | + 49.000 + 22                    | -20.818 + 3 | 8.996 - 1  | -0.4     |
| 70.4   | 0.139 + 1    | -0.793 - 5  | + 46.538 + 21 | -20.782 + 6 | 8.980 - 2  | -0.436 + 2           | 75.4   | 0.039 0      | + 0.031 - 6 | + 49.050 + 22                    | -20.819 + 3 | 8.996 - 1  | -0.4     |
| 70.5   | 0.135 + 1    | -0.779 - 5  | + 46.588 + 21 | -20.783 + 6 | 8.980 - 2  | -0.437 + 2           | 75.5   | 0.039 0      | + 0.048 - 6 | + 49.101 + 22                    | -20.819 + 3 | 8.996 - 1  | -0.4     |
| 70.6   | 0.131 + 1    | -0.765 - 5  | + 46.639 + 21 | -20.784 + 6 | 8.981 - 2  | -0.438 + 2           | 75.6   | 0.040 0      | + 0.066 - 6 | + 49.151 + 22                    | -20.820 + 2 | 8.997 - 1  | -0.4     |
| 70.7   | 0.127 + 1    | -0.750 - 5  | + 46.689 + 21 | -20.785 + 6 | 8.981 - 2  | -0.439 + 2           | 75.7   | 0.040 0      | + 0.083 - 6 | + 49.201 + 22                    | -20.820 + 2 | 8.997 - 1  | -0.4     |
| 70.8   | 0.123 + 1    | -0.735 - 5  | + 46.739 + 21 | -20.786 + 6 | 8.982 - 2  | -0.440 + 2           | 75.8   | 0.041 0      | + 0.101 - 6 | + 49.251 + 22                    | -20.820 + 2 | 8.997 - 1  | -0.4     |
| 70.9   | 0.120 + 1    | -0.720 - 5  | + 46.789 + 21 | -20.787 + 5 | 8.982 - 2  | -0.441 + 2           | 75.9   | 0.041 0      | + 0.118 - 6 | + 49.302 + 22                    | -20.821 + 2 | 8.997 - 1  | -0.4     |
| 71.0   | 0.116 + 1    | -0.705 - 5  | + 46.840 + 21 | -20.788 + 5 | 8.983 - 2  | -0.441 + 2           | 76.0   | 0.042 0      | + 0.135 - 6 | + 49.352 + 22                    | -20.821 + 2 | 8.997 - 1  | -0.4     |
| 71.1   | 0.112 + 1    | -0.690 - 5  | + 46.890 + 21 | -20.789 + 5 | 8.983 - 2  | -0.442 + 2           | 76.1   | 0.043 0      | + 0.153 - 6 | + 49.402 + 22                    | -20.821 + 2 | 8.997 - 1  | -0.4     |
| 71.2   | 0.109 + 1    | -0.675 - 5  | + 46.940 + 21 | -20.790 + 5 | 8.983 - 2  | -0.443 + 2           | 76.2   | 0.044 0      | + 0.170 - 6 | + 49.452 + 22                    | -20.821 + 2 | 8.998 - 1  | -0.4     |
| 71.3   | 0.105 + 1    | -0.660 - 5  | + 46.990 + 21 | -20.791 + 5 | 8.984 - 2  | -0.444 + 2           | 76.3   | 0.045 0      | + 0.187 - 6 | + 49.503 + 22                    | -20.822 + 2 | 8.998 - 1  | -0.4     |
| 71.4   | 0.102 + 1    | -0.644 - 5  | + 47.041 + 21 | -20.792 + 5 | 8.985 - 2  | -0.445 + 1           | 76.4   | 0.046 0      | + 0.205 - 6 | + 49.553 + 22                    | -20.822 + 2 | 8.998 - 1  | -0.4     |
| 71.5   | 0.098 + 1    | -0.629 - 5  | + 47.091 + 21 | -20.793 + 5 | 8.985 - 2  | -0.446 + 1           | 76.5   | 0.048 0      | + 0.222 - 6 | + 49.603 + 22                    | -20.822 + 2 | 8.998 - 1  | -0.4     |
| 71.6   | 0.095 + 1    | -0.613 - 5  | + 47.141 + 21 | -20.794 + 5 | 8.985 - 2  | -0.447 + 1           | 76.6   | 0.049 0      | + 0.239 - 6 | + 49.653 + 22                    | -20.822 + 2 | 8.998 - 1  | -0.4     |
| 71.7   | 0.092 + 1    | -0.597 - 5  | + 47.191 + 21 | -20.795 + 5 | 8.986 - 2  | -0.447 + 1           | 76.7   | 0.050 0      | + 0.256 - 6 | + 49.704 + 22                    | -20.822 + 2 | 8.998 - 1  | -0.4     |
| 71.8   | 0.089 + 1    | -0.581 - 5  | + 47.242 + 21 | -20.796 + 5 | 8.986 - 2  | -0.448 + 1           | 76.8   | 0.052 0      | + 0.274 - 6 | + 49.754 + 22                    | -20.823 + 2 | 8.998 - 1  | -0.4     |
| 71.9   | 0.086 + 1    | -0.565 - 5  | + 47.292 + 21 | -20.796 + 5 | 8.986 - 2  | -0.449 + 1           | 76.9   | 0.054 0      | + 0.291 - 6 | + 49.804 + 22                    | -20.823 + 2 | 8.998 0    | -0.4     |
| 72.0   | 0.083 + 1    | -0.549 - 5  | + 47.342 + 21 | -20.797 + 5 | 8.987 - 2  | -0.450 + 1           | 77.0   | 0.055 0      | + 0.308 - 6 | + 49.854 + 22                    | -20.823 + 1 | 8.998 0    | -0.4     |
| 72.1   | 0.080 + 1    | -0.533 - 5  | + 47.392 + 21 | -20.798 + 5 | 8.987 - 2  | -0.450 + 1           | 77.1   | 0.057 0      | + 0.325 - 6 | + 49.905 + 22                    | -20.823 + 1 | 8.998 0    | -0.4     |
| 72.2   | 0.078 + 1    | -0.517 - 5  | + 47.443 + 21 | -20.799 + 5 | 8.988 - 2  | -0.451 + 1           | 77.2   | 0.059 0      | + 0.342 - 6 | + 49.955 + 22                    | -20.823 + 1 | 8.998 0    | -0.4     |
| 72.3   | 0.075 + 1    | -0.501 - 5  | + 47.493 + 21 | -20.800 + 5 | 8.988 - 2  | -0.452 + 1           | 77.3   | 0.061 0      | + 0.359 - 6 | + 50.005 + 22                    | -20.823 + 1 | 8.998 0    | -0.4     |
| 72.4   | 0.073 + 1    | -0.484 - 5  | + 47.543 + 21 | -20.801 + 4 | 8.988 - 2  | -0.452 + 1           | 77.4   | 0.063 0      | + 0.375 - 6 | { + 50.055 } { + 23 }<br>0.191 0 | -20.824 + 1 | 8.998 0    | + 0.4    |
| 72.5   | 0.070 + 1    | -0.468 - 5  | + 47.593 + 21 | -20.802 + 4 | 8.989 - 2  | -0.453 + 1           | 77.5   | 0.065 0      | + 0.392 - 6 | { + 50.104 } { + 23 }<br>0.140 0 | -20.824 + 1 | 8.999 0    | + 0.4    |
| 72.6   | 0.068 + 1    | -0.451 - 5  | + 47.644 + 21 | -20.802 + 4 | 8.989 - 2  | -0.454 + 1           | 77.6   | 0.068 0      | + 0.409 - 6 | { + 50.154 } { + 23 }<br>0.090 0 | -20.824 + 1 | 8.999 0    | + 0.4    |
| 72.7   | 0.066 + 1    | -0.435 - 5  | + 47.694 + 21 | -20.803 + 4 | 8.989 - 2  | -0.454 + 1           | 77.7   | 0.070 0      | + 0.425 - 6 | { + 50.204 } { + 23 }<br>0.040 0 | -20.824 + 1 | 8.999 0    | + 0.4    |
| 72.8   | 0.063 + 1    | -0.418 - 5  | + 47.744 + 21 | -20.804 + 4 | 8.990 - 2  | -0.455 + 1           | 77.8   | 0.072 0      | + 0.442 - 6 | { + 50.254 } { + 23 }<br>0.010 0 | -20.824 + 1 | 8.999 0    | + 0.4    |
| 72.9   | 0.061 + 1    | -0.401 - 5  | + 47.794 + 21 | -20.805 + 4 | 8.990 - 2  | -0.455 + 1           | 77.9   | 0.075 0      | + 0.458 - 6 | { + 50.307 } { + 23 }<br>0.061 0 | -20.824 + 1 | 8.999 0    | + 0.4    |
| 73.0   | 0.059 + 1    | -0.385 - 5  | + 47.845 + 22 | -20.805 + 4 | 8.990 - 1  | -0.456 + 1           | 78.0   | 0.078 0      | + 0.475 - 6 | { + 50.357 } { + 23 }<br>0.110 0 | -20.824 + 1 | 8.999 0    | + 0.4    |
| 73.1   | 0.057 + 1    | -0.368 - 5  | + 47.895 + 22 | -20.806 + 4 | 8.991 - 1  | -0.457 + 1           | 78.1   | 0.080 0      | + 0.491 - 6 | { + 50.407 } { + 23 }<br>0.161 0 | -20.824 + 1 | 8.999 0    | + 0.4    |
| 73.2   | 0.056 + 1    | -0.351 - 5  | + 47.945 + 22 | -20.807 + 4 | 8.991 - 1  | -0.457 + 1           | 78.2   | 0.083 0      | + 0.507 - 6 | + 0.211 0                        | -20.824 + 1 | 8.999 0    | -0.0     |
| 73.3   | 0.054 + 1    | -0.334 - 6  | + 47.995 + 22 | -20.807 + 4 | 8.991 - 1  | -0.458 + 1           | 78.3   | 0.086 0      | + 0.524 - 6 | + 0.262 0                        | -20.824 + 1 | 8.999 0    | -0.0     |
| 73.4   | 0.052 + 1    | -0.317 - 6  | + 48.045 + 22 | -20.808 + 4 | 8.991 - 1  | -0.458 + 1           | 78.4   | 0.089 0      | + 0.540 - 6 | + 0.312 0                        | -20.824 0   | 8.999 0    | -0.0     |
| 73.5   | 0.051 + 1    | -0.300 - 6  | + 48.096 + 22 | -20.809 + 4 | 8.992 - 1  | -0.459 + 1           | 78.5   | 0.092 0      | + 0.556 - 6 | + 0.362 0                        | -20.824 0   | 8.999 0    | -0.0     |
| 73.6   | 0.049 + 1    | -0.283 - 6  | + 48.146 + 22 | -20.809 + 4 | 8.992 - 1  | -0.459 + 1           | 78.6   | 0.095 0      | + 0.572 - 6 | + 0.412 0                        | -20.824 0   | 8.999 0    | -0.0     |
| 73.7   | 0.048 + 1    | -0.265 - 6  | + 48.196 + 22 | -20.810 + 4 | 8.992 - 1  | -0.459 + 1           | 78.7   | 0.098 0      | + 0.587 - 6 | + 0.463 0                        | -20.824 0   | 8.999 0    | -0.0     |
| 73.8   | 0.047 + 1    | -0.248 - 6  | + 48.246 + 22 | -20.811 + 4 | 8.993 - 1  | -0.460 0             | 78.8   | 0.102 0      | + 0.603 - 6 | + 0.513 0                        | -20.824 0   | 8.999 0    | -0.0     |
| 73.9   | 0.045 + 1    | -0.231 - 6  | + 48.297 + 22 | -20.811 + 4 | 8.993 - 1  | -0.460 0             | 78.9   | 0.105 0      | + 0.619 - 6 | + 0.563 0                        | -20.824 0   | 8.998 0    | -0.0     |
| 74.0   | 0.044 + 1    | -0.214 - 6  | + 48.347 + 22 | -20.812 + 3 | 8.993 - 1  | -0.461 0             | 79.0   | 0.109 0      | + 0.634 - 6 | + 0.613 0                        | -20.823 0   | 8.998 0    | -0.0     |
| 74.1   | 0.043 + 1    | -0.196 - 6  | + 48.397 + 22 | -20.812 + 3 | 8.993 - 1  | -0.461 0             | 79.1   | 0.112 0      | + 0.650 - 6 | + 0.664 0                        | -20.823 0   | 8.998 0    | -0.0     |
| 74.2   | 0.042 + 1    | -0.179 - 6  | + 48.447 + 22 | -20.813 + 3 | 8.994 - 1  | -0.461 0             | 79.2   | 0.116 0      | + 0.665 - 6 | + 0.714 0                        | -20.823 0   | 8.998 0    | -0.0     |
| 74.3   | 0.042 + 1    | -0.161 - 6  | + 48.498 + 22 | -20.814 + 3 | 8.994 - 1  | -0.461 0             | 79.3   | 0.119 0      | + 0.680 - 6 | + 0.764 0                        | -20.823 0   | 8.998 0    | -0.0     |
| 74.4   | 0.041 + 1    | -0.144 - 6  | + 48.548 + 22 | -20.814 + 3 | 8.994 - 1  | -0.462 0             | 79.4   | 0.123 0      | + 0.695 - 6 | + 0.814 0                        | -20.823 0   | 8.998 0    | -0.0     |
| 74.5   | 0.040 0      | -0.127 - 6  | + 48.598 + 22 | -20.815 + 3 | 8.994 - 1  | -0.462 0             | 79.5   | 0.127 0      | + 0.710 - 6 | + 0.865 0                        | -20.823 0   | 8.998 0    | -0.0     |
| 74.6   | 0.040 0      | -0.109 - 6  | + 48.648 + 22 | -20.815 + 3 | 8.995 - 1  | -0.462 0             | 79.6   | 0.131 0      | + 0.725 - 6 | + 0.915 0                        | -20.822 0   | 8.998 0    | -0.0     |
| 74.7   | 0.039 0      | -0.092 - 6  | + 48.699 + 22 | -20.816 + 3 | 8.995 - 1  | -0.462 0             | 79.7   | 0.135 0      | + 0.740 - 6 | + 0.965 0                        | -20.822 0   | 8.998 0    | -0.0     |
| 74.8   | 0.039 0      | -0.074 - 6  | + 48.749 + 22 | -20.816 + 3 | 8.995 - 1  | -0.463 0             | 79.8   | 0.139 0      | + 0.754 - 6 | + 1.015 0                        | -20.822 0   | 8.998 0    | -0.0     |
| 74.9   | 0.039 0      | -0.057 - 6  | + 48.799 + 22 | -20.817 + 3 | 8.995 - 1  | -0.463 0             | 79.9   | 0.143 0      | + 0.769 - 6 | + 1.066 0                        | -20.822 - 1 | 8.998 0    | -0.0     |
| 75.0   | 0.039 0      | -0.040 - 6  | + 48.849 + 22 | -20.817 + 3 | 8.996 - 1  | -0.463 0             | 80.0   | 0.148 0      | + 0.783 - 6 | + 1.116 + 1                      | -20.821 - 1 | 8.998 0    | -0.0     |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten De  
angesetzt.

Tafel Xa.

| I   | $\lambda_I$ | Präcess. | Aberr.   | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breite | Arg.<br>I | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess. | Aberr. | Parall-<br>axe | Reduction<br>der Breit |     |          |     |          |     |           |     |        |     |          |
|-----|-------------|----------|----------|----------------|-------------------------|-----------|-----------------|-------------|----------|--------|----------------|------------------------|-----|----------|-----|----------|-----|-----------|-----|--------|-----|----------|
| 0   | + 0° 783    | - 6      | + 1° 116 | + 1            | - 20° 821               | - 1       | 8° 998          | 0           | - 0° 010 | 0      | 85.0           | 0° 439                 | - 1 | + 1° 291 | - 4 | + 3° 628 | + 2 | - 20° 790 | - 4 | 8° 984 | + 2 | - 0° 025 |
| 0   | + 0.797     | - 6      | + 1.166  | + 1            | - 20.821                | - 1       | 8.997           | + 1         | - 0.010  | 0      | 85.1           | 0.446                  | - 1 | + 1.297  | - 4 | + 3.678  | + 2 | - 20.789  | - 4 | 8.984  | + 2 | - 0.025  |
| 0   | + 0.811     | - 5      | + 1.216  | + 1            | - 20.821                | - 1       | 8.997           | + 1         | - 0.010  | 0      | 85.2           | 0.453                  | - 1 | + 1.302  | - 4 | + 3.729  | + 2 | - 20.788  | - 4 | 8.983  | + 2 | - 0.026  |
| 0   | + 0.825     | - 5      | + 1.267  | + 1            | - 20.821                | - 1       | 8.997           | + 1         | - 0.011  | 0      | 85.3           | 0.460                  | - 1 | + 1.307  | - 4 | + 3.779  | + 2 | - 20.787  | - 4 | 8.983  | + 2 | - 0.026  |
| 0   | + 0.839     | - 5      | + 1.317  | + 1            | - 20.820                | - 1       | 8.997           | + 1         | - 0.011  | 0      | 85.4           | 0.467                  | - 1 | + 1.311  | - 4 | + 3.829  | + 2 | - 20.786  | - 4 | 8.982  | + 2 | - 0.026  |
| 0   | + 0.853     | - 5      | + 1.367  | + 1            | - 20.820                | - 1       | 8.997           | + 1         | - 0.012  | 0      | 85.5           | 0.474                  | - 1 | + 1.316  | - 4 | + 3.879  | + 2 | - 20.785  | - 4 | 8.982  | + 2 | - 0.026  |
| 0   | + 0.866     | - 5      | + 1.417  | + 1            | - 20.819                | - 1       | 8.997           | + 1         | - 0.012  | 0      | 85.6           | 0.481                  | - 1 | + 1.320  | - 4 | + 3.930  | + 2 | - 20.784  | - 4 | 8.982  | + 2 | - 0.026  |
| 0   | + 0.879     | - 5      | + 1.468  | + 1            | - 20.819                | - 1       | 8.997           | + 1         | - 0.012  | 0      | 85.7           | 0.489                  | - 1 | + 1.324  | - 3 | + 3.980  | + 2 | - 20.783  | - 4 | 8.981  | + 2 | - 0.026  |
| 0   | + 0.893     | - 5      | + 1.518  | + 1            | - 20.819                | - 1       | 8.996           | + 1         | - 0.013  | 0      | 85.8           | 0.496                  | - 1 | + 1.327  | - 3 | + 4.030  | + 2 | - 20.782  | - 4 | 8.981  | + 2 | - 0.026  |
| 0   | + 0.906     | - 5      | + 1.568  | + 1            | - 20.818                | - 1       | 8.996           | + 1         | - 0.013  | 0      | 85.9           | 0.503                  | - 1 | + 1.332  | - 3 | + 4.080  | + 2 | - 20.781  | - 4 | 8.980  | + 2 | - 0.027  |
| 0   | + 0.919     | - 5      | + 1.618  | + 1            | - 20.818                | - 1       | 8.996           | + 1         | - 0.014  | 0      | 86.0           | 0.510                  | - 1 | + 1.335  | - 3 | + 4.131  | + 2 | - 20.780  | - 4 | 8.980  | + 2 | - 0.027  |
| 0   | + 0.931     | - 5      | + 1.668  | + 1            | - 20.818                | - 1       | 8.996           | + 1         | - 0.014  | 0      | 86.1           | 0.517                  | - 1 | + 1.338  | - 3 | + 4.181  | + 2 | - 20.779  | - 4 | 8.979  | + 2 | - 0.027  |
| 0   | + 0.944     | - 5      | + 1.719  | + 1            | - 20.817                | - 1       | 8.996           | + 1         | - 0.014  | 0      | 86.2           | 0.524                  | - 1 | + 1.341  | - 3 | + 4.231  | + 2 | - 20.778  | - 5 | 8.979  | + 2 | - 0.027  |
| - 1 | + 0.956     | - 5      | + 1.769  | + 1            | - 20.817                | - 2       | 8.995           | + 1         | - 0.015  | 0      | 86.3           | 0.531                  | - 1 | + 1.344  | - 3 | + 4.281  | + 2 | - 20.777  | - 5 | 8.978  | + 2 | - 0.027  |
| - 1 | + 0.969     | - 5      | + 1.819  | + 1            | - 20.816                | - 2       | 8.995           | + 1         | - 0.015  | 0      | 86.4           | 0.538                  | - 1 | + 1.347  | - 3 | + 4.332  | + 2 | - 20.776  | - 5 | 8.978  | + 2 | - 0.027  |
| - 1 | + 0.981     | - 5      | + 1.869  | + 1            | - 20.816                | - 2       | 8.995           | + 1         | - 0.015  | 0      | 86.5           | 0.546                  | - 1 | + 1.349  | - 3 | + 4.382  | + 2 | - 20.774  | - 5 | 8.977  | + 2 | - 0.027  |
| - 1 | + 0.993     | - 5      | + 1.920  | + 1            | - 20.815                | - 2       | 8.995           | + 1         | - 0.016  | 0      | 86.6           | 0.553                  | - 1 | + 1.351  | - 3 | + 4.432  | + 2 | - 20.773  | - 5 | 8.977  | + 2 | - 0.027  |
| - 1 | + 1.005     | - 5      | + 1.970  | + 1            | - 20.815                | - 2       | 8.995           | + 1         | - 0.016  | 0      | 86.7           | 0.560                  | - 1 | + 1.353  | - 3 | + 4.482  | + 2 | - 20.772  | - 5 | 8.976  | + 2 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.016     | - 5      | + 2.020  | + 1            | - 20.814                | - 2       | 8.994           | + 1         | - 0.016  | 0      | 86.8           | 0.567                  | - 1 | + 1.354  | - 3 | + 4.533  | + 2 | - 20.771  | - 5 | 8.976  | + 2 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.028     | - 5      | + 2.070  | + 1            | - 20.814                | - 2       | 8.994           | + 1         | - 0.017  | 0      | 86.9           | 0.575                  | - 1 | + 1.356  | - 3 | + 4.583  | + 2 | - 20.770  | - 5 | 8.975  | + 2 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.039     | - 5      | + 2.121  | + 1            | - 20.813                | - 2       | 8.994           | + 1         | - 0.017  | 0      | 87.0           | 0.582                  | - 1 | + 1.357  | - 3 | + 4.633  | + 2 | - 20.769  | - 5 | 8.975  | + 2 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.050     | - 5      | + 2.171  | + 1            | - 20.813                | - 2       | 8.994           | + 1         | - 0.017  | 0      | 87.1           | 0.589                  | - 1 | + 1.358  | - 3 | + 4.683  | + 2 | - 20.767  | - 5 | 8.974  | + 2 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.061     | - 5      | + 2.221  | + 1            | - 20.812                | - 2       | 8.994           | + 1         | - 0.018  | 0      | 87.2           | 0.596                  | - 1 | + 1.359  | - 3 | + 4.733  | + 2 | - 20.766  | - 5 | 8.974  | + 2 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.072     | - 5      | + 2.271  | + 1            | - 20.812                | - 2       | 8.993           | + 1         | - 0.018  | 0      | 87.3           | 0.603                  | - 1 | + 1.360  | - 3 | + 4.784  | + 2 | - 20.765  | - 5 | 8.973  | + 2 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.083     | - 5      | + 2.321  | + 1            | - 20.811                | - 2       | 8.993           | + 1         | - 0.018  | 0      | 87.4           | 0.610                  | - 1 | + 1.360  | - 3 | + 4.834  | + 2 | - 20.764  | - 5 | 8.973  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.093     | - 5      | + 2.372  | + 1            | - 20.810                | - 2       | 8.993           | + 1         | - 0.019  | 0      | 87.5           | 0.618                  | - 1 | + 1.360  | - 3 | + 4.884  | + 2 | - 20.762  | - 5 | 8.972  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.103     | - 5      | + 2.422  | + 1            | - 20.810                | - 2       | 8.992           | + 1         | - 0.019  | 0      | 87.6           | 0.625                  | - 1 | + 1.360  | - 3 | + 4.934  | + 2 | - 20.761  | - 5 | 8.972  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.113     | - 5      | + 2.472  | + 1            | - 20.809                | - 2       | 8.992           | + 1         | - 0.019  | 0      | 87.7           | 0.632                  | - 1 | + 1.360  | - 3 | + 4.985  | + 2 | - 20.760  | - 5 | 8.971  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.123     | - 5      | + 2.523  | + 1            | - 20.808                | - 2       | 8.992           | + 1         | - 0.020  | 0      | 87.8           | 0.639                  | - 1 | + 1.359  | - 3 | + 5.035  | + 2 | - 20.758  | - 6 | 8.970  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.133     | - 5      | + 2.573  | + 1            | - 20.808                | - 3       | 8.992           | + 1         | - 0.020  | 0      | 87.9           | 0.646                  | - 1 | + 1.358  | - 3 | + 5.085  | + 2 | - 20.757  | - 6 | 8.970  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.142     | - 5      | + 2.623  | + 1            | - 20.807                | - 3       | 8.991           | + 1         | - 0.020  | 0      | 88.0           | 0.654                  | - 1 | + 1.358  | - 3 | + 5.135  | + 2 | - 20.756  | - 6 | 8.969  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.152     | - 5      | + 2.673  | + 1            | - 20.806                | - 3       | 8.991           | + 1         | - 0.021  | 0      | 88.1           | 0.661                  | - 1 | + 1.356  | - 2 | + 5.186  | + 2 | - 20.755  | - 6 | 8.969  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.161     | - 5      | + 2.724  | + 1            | - 20.805                | - 3       | 8.991           | + 1         | - 0.021  | 0      | 88.2           | 0.668                  | - 1 | + 1.355  | - 2 | + 5.236  | + 2 | - 20.753  | - 6 | 8.968  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.170     | - 5      | + 2.774  | + 1            | - 20.805                | - 3       | 8.990           | + 1         | - 0.021  | 0      | 88.3           | 0.675                  | - 1 | + 1.353  | - 2 | + 5.286  | + 2 | - 20.752  | - 6 | 8.968  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.178     | - 4      | + 2.824  | + 1            | - 20.804                | - 3       | 8.990           | + 1         | - 0.021  | 0      | 88.4           | 0.682                  | - 1 | + 1.352  | - 2 | + 5.336  | + 2 | - 20.751  | - 6 | 8.967  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.187     | - 4      | + 2.874  | + 1            | - 20.803                | - 3       | 8.990           | + 1         | - 0.022  | 0      | 88.5           | 0.689                  | - 1 | + 1.350  | - 2 | + 5.387  | + 2 | - 20.749  | - 6 | 8.966  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.195     | - 4      | + 2.925  | + 1            | - 20.802                | - 3       | 8.989           | + 1         | - 0.022  | 0      | 88.6           | 0.696                  | - 1 | + 1.347  | - 2 | + 5.437  | + 2 | - 20.748  | - 6 | 8.966  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.204     | - 4      | + 2.975  | + 1            | - 20.802                | - 3       | 8.989           | + 1         | - 0.022  | 0      | 88.7           | 0.703                  | - 1 | + 1.345  | - 2 | + 5.487  | + 2 | - 20.746  | - 6 | 8.965  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.212     | - 4      | + 3.025  | + 1            | - 20.801                | - 3       | 8.989           | + 1         | - 0.023  | 0      | 88.8           | 0.710                  | - 1 | + 1.342  | - 2 | + 5.537  | + 2 | - 20.745  | - 6 | 8.965  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.219     | - 4      | + 3.075  | + 1            | - 20.800                | - 3       | 8.988           | + 1         | - 0.023  | 0      | 88.9           | 0.717                  | - 1 | + 1.339  | - 2 | + 5.588  | + 3 | - 20.744  | - 6 | 8.964  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.227     | - 4      | + 3.126  | + 1            | - 20.799                | - 3       | 8.988           | + 1         | - 0.023  | 0      | 89.0           | 0.724                  | - 1 | + 1.336  | - 2 | + 5.638  | + 3 | - 20.742  | - 6 | 8.963  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.234     | - 4      | + 3.176  | + 1            | - 20.798                | - 3       | 8.988           | + 1         | - 0.023  | 0      | 89.1           | 0.731                  | - 1 | + 1.333  | - 2 | + 5.688  | + 3 | - 20.741  | - 6 | 8.963  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.241     | - 4      | + 3.226  | + 1            | - 20.797                | - 3       | 8.987           | + 1         | - 0.023  | 0      | 89.2           | 0.738                  | - 1 | + 1.329  | - 2 | + 5.738  | + 3 | - 20.739  | - 6 | 8.962  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.248     | - 4      | + 3.276  | + 1            | - 20.797                | - 3       | 8.987           | + 1         | - 0.024  | 0      | 89.3           | 0.745                  | - 1 | + 1.326  | - 2 | + 5.789  | + 3 | - 20.738  | - 6 | 8.962  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.255     | - 4      | + 3.326  | + 1            | - 20.796                | - 3       | 8.986           | + 1         | - 0.024  | 0      | 89.4           | 0.752                  | - 1 | + 1.322  | - 2 | + 5.839  | + 3 | - 20.736  | - 6 | 8.961  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.262     | - 4      | + 3.377  | + 2            | - 20.795                | - 4       | 8.986           | + 1         | - 0.024  | 0      | 89.5           | 0.759                  | - 1 | + 1.318  | - 2 | + 5.889  | + 3 | - 20.735  | - 6 | 8.960  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.268     | - 4      | + 3.427  | + 2            | - 20.794                | - 4       | 8.986           | + 1         | - 0.024  | 0      | 89.6           | 0.766                  | - 1 | + 1.313  | - 2 | + 5.939  | + 3 | - 20.733  | - 6 | 8.960  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.274     | - 4      | + 3.477  | + 2            | - 20.793                | - 4       | 8.985           | + 1         | - 0.025  | 0      | 89.7           | 0.773                  | - 1 | + 1.309  | - 2 | + 5.990  | + 3 | - 20.732  | - 7 | 8.959  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.280     | - 4      | + 3.528  | + 2            | - 20.792                | - 4       | 8.985           | + 1         | - 0.025  | 0      | 89.8           | 0.779                  | - 1 | + 1.304  | - 2 | + 6.040  | + 3 | - 20.730  | - 7 | 8.958  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.286     | - 4      | + 3.578  | + 2            | - 20.791                | - 4       | 8.985           | + 1         | - 0.025  | 0      | 89.9           | 0.786                  | - 1 | + 1.299  | - 2 | + 6.090  | + 3 | - 20.729  | - 7 | 8.958  | + 3 | - 0.028  |
| - 1 | + 1.291     | - 4      | + 3.628  | + 2            | - 20.790                | - 4       | 8.984           | + 1         | - 0.025  | 0      | 90.0           | 0.793                  | - 1 | + 1.294  | - 2 | + 6.140  | + 3 | - 20.727  | - 7 | 8.957  | + 3 | - 0.028  |

Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decim:



Tafel Xa.

| Arg. I | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.    | Aberr.       | Parall-axe | Reduction der Breite | Arg. I | $\varepsilon_I$ | $\lambda_I$ | Präcess.    | Aberr.       | Parall-axe | Red.      |
|--------|-----------------|-------------|-------------|--------------|------------|----------------------|--------|-----------------|-------------|-------------|--------------|------------|-----------|
| 90.0   | 0° 793          | -1 + 1° 294 | -2 + 6° 140 | +3 - 20° 727 | -7 8° 957  | +3 - 0° 028          | 95.0   | 1° 065          | 0 + 0° 811  | -1 + 8° 653 | +4 - 20° 640 | -9 8° 919  | +4 - 0° 0 |
| 90.1   | 0.800           | -1 + 1.289  | -2 + 6.191  | +3 - 20.726  | -7 8.956   | +3 - 0.027           | 95.1   | 1.069           | 0 + 0.798   | -1 + 8.703  | +4 - 20.638  | -9 8.918   | +4 - 0.0  |
| 90.2   | 0.806           | -1 + 1.283  | -2 + 6.241  | +3 - 20.724  | -7 8.956   | +3 - 0.027           | 95.2   | 1.072           | 0 + 0.784   | -1 + 8.753  | +4 - 20.636  | -9 8.917   | +4 - 0.0  |
| 90.3   | 0.813           | -1 + 1.278  | -2 + 6.291  | +3 - 20.723  | -7 8.955   | +3 - 0.027           | 95.3   | 1.076           | 0 + 0.770   | -1 + 8.803  | +4 - 20.634  | -9 8.917   | +4 - 0.0  |
| 90.4   | 0.819           | -1 + 1.272  | -2 + 6.341  | +3 - 20.721  | -7 8.954   | +3 - 0.027           | 95.4   | 1.079           | 0 + 0.757   | -1 + 8.854  | +4 - 20.632  | -9 8.916   | +4 - 0.0  |
| 90.5   | 0.826           | -1 + 1.266  | -2 + 6.392  | +3 - 20.719  | -7 8.953   | +3 - 0.027           | 95.5   | 1.083           | 0 + 0.743   | -1 + 8.904  | +4 - 20.630  | -9 8.915   | +4 - 0.0  |
| 90.6   | 0.832           | -1 + 1.259  | -2 + 6.442  | +3 - 20.718  | -7 8.953   | +3 - 0.027           | 95.6   | 1.086           | 0 + 0.729   | -1 + 8.954  | +4 - 20.628  | -9 8.914   | +4 - 0.0  |
| 90.7   | 0.839           | -1 + 1.253  | -2 + 6.492  | +3 - 20.716  | -7 8.952   | +3 - 0.027           | 95.7   | 1° 089          | 0 + 0.715   | -1 + 9.004  | +4 - 20.626  | -9 8.913   | +4 - 0.0  |
| 90.8   | 0.845           | -1 + 1.246  | -2 + 6.542  | +3 - 20.715  | -7 8.951   | +3 - 0.026           | 95.8   | 1.093           | 0 + 0.701   | -1 + 9.055  | +4 - 20.624  | -9 8.912   | +4 - 0.0  |
| 90.9   | 0.852           | -1 + 1.239  | -1 + 6.593  | +3 - 20.713  | -7 8.951   | +3 - 0.026           | 95.9   | 1.096           | 0 + 0.686   | 0 + 9.105   | +4 - 20.622  | -9 8.911   | +4 - 0.0  |
| 91.0   | 0.858           | -1 + 1.232  | -1 + 6.643  | +3 - 20.711  | -7 8.950   | +3 - 0.026           | 96.0   | 1.099           | 0 + 0.672   | 0 + 9.155   | +4 - 20.620  | -9 8.911   | +4 - 0.0  |
| 91.1   | 0.864           | -1 + 1.225  | -1 + 6.693  | +3 - 20.710  | -7 8.949   | +3 - 0.026           | 96.1   | 1.102           | 0 + 0.658   | 0 + 9.205   | +4 - 20.618  | -9 8.910   | +4 - 0.0  |
| 91.2   | 0.870           | -1 + 1.217  | -1 + 6.743  | +3 - 20.708  | -7 8.949   | +3 - 0.026           | 96.2   | 1.105           | 0 + 0.643   | 0 + 9.256   | +4 - 20.616  | -9 8.909   | +4 - 0.0  |
| 91.3   | 0.877           | -1 + 1.210  | -1 + 6.794  | +3 - 20.706  | -7 8.948   | +3 - 0.026           | 96.3   | 1.107           | 0 + 0.629   | 0 + 9.306   | +4 - 20.614  | -9 8.908   | +4 - 0.0  |
| 91.4   | 0.883           | -1 + 1.202  | -1 + 6.844  | +3 - 20.705  | -7 8.947   | +3 - 0.025           | 96.4   | 1.110           | 0 + 0.614   | 0 + 9.356   | +4 - 20.612  | -9 8.907   | +4 - 0.0  |
| 91.5   | 0.889           | -1 + 1.194  | -1 + 6.894  | +3 - 20.703  | -7 8.947   | +3 - 0.025           | 96.5   | 1.113           | 0 + 0.599   | 0 + 9.406   | +4 - 20.610  | -9 8.906   | +4 - 0.0  |
| 91.6   | 0.895           | -1 + 1.186  | -1 + 6.944  | +3 - 20.702  | -7 8.946   | +3 - 0.025           | 96.6   | 1.115           | 0 + 0.584   | 0 + 9.457   | +4 - 20.608  | -9 8.905   | +4 - 0.0  |
| 91.7   | 0.901           | -1 + 1.177  | -1 + 6.995  | +3 - 20.700  | -8 8.945   | +3 - 0.025           | 96.7   | 1.118           | 0 + 0.570   | 0 + 9.507   | +4 - 20.606  | -9 8.904   | +4 - 0.0  |
| 91.8   | 0.907           | -1 + 1.169  | -1 + 7.045  | +3 - 20.698  | -8 8.944   | +4 - 0.025           | 96.8   | 1.120           | 0 + 0.555   | 0 + 9.557   | +4 - 20.604  | -9 8.903   | +4 - 0.0  |
| 91.9   | 0.913           | -1 + 1.160  | -1 + 7.095  | +3 - 20.696  | -8 8.944   | +4 - 0.024           | 96.9   | 1.122           | 0 + 0.540   | 0 + 9.607   | +4 - 20.602  | -9 8.903   | +4 - 0.0  |
| 92.0   | 0.919           | -1 + 1.151  | -1 + 7.145  | +3 - 20.695  | -8 8.943   | +4 - 0.024           | 97.0   | 1.125           | 0 + 0.524   | 0 + 9.658   | +4 - 20.600  | -9 8.902   | +4 - 0.0  |
| 92.1   | 0.924           | -1 + 1.142  | -1 + 7.196  | +3 - 20.693  | -8 8.942   | +4 - 0.024           | 97.1   | 1.127           | 0 + 0.509   | 0 + 9.708   | +4 - 20.598  | -9 8.901   | +4 - 0.0  |
| 92.2   | 0.930           | -1 + 1.133  | -1 + 7.246  | +3 - 20.691  | -8 8.941   | +4 - 0.024           | 97.2   | 1.129           | 0 + 0.494   | 0 + 9.758   | +4 - 20.596  | -9 8.900   | +4 - 0.0  |
| 92.3   | 0.936           | -1 + 1.123  | -1 + 7.296  | +3 - 20.690  | -8 8.941   | +4 - 0.023           | 97.3   | 1.131           | 0 + 0.479   | 0 + 9.808   | +4 - 20.594  | -9 8.899   | +4 - 0.0  |
| 92.4   | 0.941           | -1 + 1.114  | -1 + 7.346  | +3 - 20.688  | -8 8.940   | +4 - 0.023           | 97.4   | 1.133           | 0 + 0.464   | 0 + 9.859   | +4 - 20.591  | -9 8.898   | +4 - 0.0  |
| 92.5   | 0.947           | -1 + 1.104  | -1 + 7.397  | +3 - 20.686  | -8 8.939   | +4 - 0.023           | 97.5   | 1.134           | 0 + 0.448   | 0 + 9.909   | +4 - 20.589  | -9 8.897   | +4 - 0.0  |
| 92.6   | 0.953           | 0 + 1.094   | -1 + 7.447  | +3 - 20.684  | -8 8.938   | +4 - 0.023           | 97.6   | 1.136           | 0 + 0.433   | 0 + 9.959   | +4 - 20.587  | -9 8.896   | +4 - 0.0  |
| 92.7   | 0.958           | 0 + 1.084   | -1 + 7.497  | +3 - 20.682  | -8 8.938   | +4 - 0.022           | 97.7   | 1.138           | 0 + 0.417   | 0 + 10.009  | +5 - 20.585  | -9 8.895   | +4 - 0.0  |
| 92.8   | 0.963           | 0 + 1.074   | -1 + 7.547  | +3 - 20.681  | -8 8.937   | +4 - 0.022           | 97.8   | 1.139           | 0 + 0.402   | 0 + 10.060  | +5 - 20.583  | -9 8.895   | +4 - 0.0  |
| 92.9   | 0.969           | 0 + 1.063   | -1 + 7.598  | +3 - 20.679  | -8 8.936   | +4 - 0.022           | 97.9   | 1.141           | 0 + 0.386   | 0 + 10.110  | +5 - 20.581  | -9 8.894   | +4 - 0.0  |
| 93.0   | 0.974           | 0 + 1.053   | -1 + 7.648  | +3 - 20.677  | -8 8.935   | +4 - 0.021           | 98.0   | 1.142           | 0 + 0.371   | 0 + 10.160  | +5 - 20.579  | -9 8.893   | +4 - 0.0  |
| 93.1   | 0.979           | 0 + 1.042   | -1 + 7.698  | +3 - 20.675  | -8 8.934   | +4 - 0.021           | 98.1   | 1.143           | 0 + 0.355   | 0 + 10.210  | +5 - 20.577  | -10 8.892  | +4 - 0.0  |
| 93.2   | 0.984           | 0 + 1.031   | -1 + 7.748  | +3 - 20.673  | -8 8.934   | +4 - 0.021           | 98.2   | 1.144           | 0 + 0.339   | 0 + 10.261  | +5 - 20.575  | -10 8.891  | +4 - 0.0  |
| 93.3   | 0.989           | 0 + 1.020   | -1 + 7.798  | +4 - 20.672  | -8 8.933   | +4 - 0.021           | 98.3   | 1.146           | 0 + 0.323   | 0 + 10.311  | +5 - 20.573  | -10 8.890  | +4 - 0.0  |
| 93.4   | 0.994           | 0 + 1.009   | -1 + 7.849  | +4 - 20.670  | -8 8.932   | +4 - 0.020           | 98.4   | 1.147           | 0 + 0.308   | 0 + 10.361  | +5 - 20.571  | -10 8.889  | +4 - 0.0  |
| 93.5   | 0.999           | 0 + 0.997   | -1 + 7.899  | +4 - 20.668  | -8 8.931   | +4 - 0.020           | 98.5   | 1.147           | 0 + 0.292   | 0 + 10.411  | +5 - 20.569  | -10 8.888  | +4 - 0.0  |
| 93.6   | 1.004           | 0 + 0.986   | -1 + 7.949  | +4 - 20.666  | -8 8.930   | +4 - 0.019           | 98.6   | 1.148           | 0 + 0.276   | 0 + 10.462  | +5 - 20.566  | -10 8.887  | +4 - 0.0  |
| 93.7   | 1.009           | 0 + 0.974   | -1 + 7.999  | +4 - 20.664  | -8 8.930   | +4 - 0.019           | 98.7   | 1.149           | 0 + 0.260   | 0 + 10.512  | +5 - 20.564  | -10 8.886  | +4 - 0.0  |
| 93.8   | 1.014           | 0 + 0.962   | -1 + 8.050  | +4 - 20.662  | -8 8.929   | +4 - 0.019           | 98.8   | 1.150           | 0 + 0.244   | 0 + 10.562  | +5 - 20.562  | -10 8.886  | +4 - 0.0  |
| 93.9   | 1.018           | 0 + 0.951   | -1 + 8.100  | +4 - 20.661  | -8 8.928   | +4 - 0.018           | 98.9   | 1.150           | 0 + 0.229   | 0 + 10.612  | +5 - 20.560  | -10 8.885  | +4 - 0.0  |
| 94.0   | 1.023           | 0 + 0.938   | -1 + 8.150  | +4 - 20.659  | -8 8.927   | +4 - 0.018           | 99.0   | 1.151           | 0 + 0.213   | 0 + 10.663  | +5 - 20.558  | -10 8.884  | +4 - 0.0  |
| 94.1   | 1.027           | 0 + 0.926   | -1 + 8.200  | +4 - 20.657  | -8 8.926   | +4 - 0.018           | 99.1   | 1.151           | 0 + 0.197   | 0 + 10.713  | +5 - 20.556  | -10 8.883  | +4 - 0.0  |
| 94.2   | 1.032           | 0 + 0.914   | -1 + 8.251  | +4 - 20.655  | -8 8.926   | +4 - 0.017           | 99.2   | 1.151           | 0 + 0.181   | 0 + 10.763  | +5 - 20.554  | -10 8.882  | +4 - 0.0  |
| 94.3   | 1.036           | 0 + 0.901   | -1 + 8.301  | +4 - 20.653  | -8 8.925   | +4 - 0.017           | 99.3   | 1.152           | 0 + 0.165   | 0 + 10.813  | +5 - 20.552  | -10 8.881  | +4 - 0.0  |
| 94.4   | 1.041           | 0 + 0.889   | -1 + 8.351  | +4 - 20.651  | -9 8.924   | +4 - 0.016           | 99.4   | 1.152           | 0 + 0.149   | 0 + 10.863  | +5 - 20.550  | -10 8.880  | +4 - 0.0  |
| 94.5   | 1.045           | 0 + 0.876   | -1 + 8.401  | +4 - 20.649  | -9 8.923   | +4 - 0.016           | 99.5   | 1.152           | 0 + 0.133   | 0 + 10.914  | +5 - 20.547  | -10 8.879  | +4 - 0.0  |
| 94.6   | 1.049           | 0 + 0.863   | -1 + 8.452  | +4 - 20.647  | -9 8.922   | +4 - 0.016           | 99.6   | 1.152           | 0 + 0.117   | 0 + 10.964  | +5 - 20.545  | -10 8.878  | +4 - 0.0  |
| 94.7   | 1.053           | 0 + 0.851   | -1 + 8.502  | +4 - 20.645  | -9 8.921   | +4 - 0.015           | 99.7   | 1.152           | 0 + 0.101   | 0 + 11.014  | +5 - 20.543  | -10 8.877  | +4 - 0.0  |
| 94.8   | 1.057           | 0 + 0.837   | -1 + 8.553  | +4 - 20.643  | -9 8.921   | +4 - 0.015           | 99.8   | 1.151           | 0 + 0.085   | 0 + 11.064  | +5 - 20.541  | -10 8.876  | +4 - 0.0  |
| 94.9   | 1.061           | 0 + 0.824   | -1 + 8.603  | +4 - 20.642  | -9 8.920   | +4 - 0.014           | 99.9   | 1.151           | 0 + 0.070   | 0 + 11.115  | +5 - 20.539  | -10 8.875  | +4 - 0.0  |
| 95.0   | 1.065           | 0 + 0.811   | -1 + 8.653  | +4 - 20.640  | -9 8.919   | +4 - 0.014           | 100.0  | 1.151           | 0 + 0.054   | 0 + 11.165  | +5 - 20.537  | -10 8.874  | +4 - 0.0  |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten 14 angesetzt.



Tafel Xb.

vergl. pag. 241.

| $\lambda_{II}$ | $\epsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg. II | $\epsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg. II | $\epsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg. II    | $\epsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg. II | $\epsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ |         |      |        |        |         |         |   |
|----------------|-----------------|----------------|---------|-----------------|----------------|---------|-----------------|----------------|------------|-----------------|----------------|---------|-----------------|----------------|---------|------|--------|--------|---------|---------|---|
| 20.0           | 18.546 + 1      | 0.000          | 0       | 5.0             | 18.111 + 1     | -5.217  | -5              | 10.0           | 16.845 + 1 | -9.959          | -10            | 15.0    | 14.857 + 1      | -13.782        | -14     | 20.0 | 12.327 | 0      | -16.313 | -       |   |
| 20.1           | 18.546 + 1      | -0.106         | 0       | 5.1             | 18.094 + 1     | -5.318  | -6              | 10.1           | 16.811 + 1 | -10.045         | -10            | 15.1    | 14.811 + 1      | -13.846        | -14     | 20.1 | 12.273 | 0      | -16.348 | -       |   |
| 20.2           | 18.545 + 1      | -0.212         | 0       | 5.2             | 18.076 + 1     | -5.419  | -6              | 10.2           | 16.778 + 1 | -10.132         | -11            | 15.2    | 14.765 + 1      | -13.910        | -14     | 20.2 | 12.218 | 0      | -16.383 | -       |   |
| 20.3           | 18.544 + 1      | -0.317         | 0       | 5.3             | 18.058 + 1     | -5.519  | -6              | 10.3           | 16.744 + 1 | -10.218         | -11            | 15.3    | 14.718 + 1      | -13.974        | -14     | 20.3 | 12.163 | 0      | -16.417 | -       |   |
| 20.4           | 18.543 + 1      | -0.423         | 0       | 5.4             | 18.040 + 1     | -5.620  | -6              | 10.4           | 16.710 + 1 | -10.304         | -11            | 15.4    | 14.672 + 1      | -14.036        | -15     | 20.4 | 12.108 | 0      | -16.450 | -       |   |
| 20.5           | 18.542 + 1      | -0.529         | -1      | 5.5             | 18.021 + 1     | -5.720  | -6              | 10.5           | 16.676 + 1 | -10.389         | -11            | 15.5    | 14.625          | 0              | -14.098 | -15  | 20.5   | 12.053 | 0       | -16.483 | - |
| 20.6           | 18.540 + 1      | -0.635         | -1      | 5.6             | 18.002 + 1     | -5.820  | -6              | 10.6           | 16.641 + 1 | -10.474         | -11            | 15.6    | 14.578          | 0              | -14.160 | -15  | 20.6   | 11.998 | 0       | -16.516 | - |
| 20.7           | 18.537 + 1      | -0.741         | -1      | 5.7             | 17.982 + 1     | -5.920  | -6              | 10.7           | 16.606 + 1 | -10.559         | -11            | 15.7    | 14.531          | 0              | -14.221 | -15  | 20.7   | 11.943 | 0       | -16.547 | - |
| 20.8           | 18.535 + 1      | -0.847         | -1      | 5.8             | 17.962 + 1     | -6.020  | -6              | 10.8           | 16.571 + 1 | -10.643         | -11            | 15.8    | 14.483          | 0              | -14.282 | -15  | 20.8   | 11.887 | 0       | -16.578 | - |
| 20.9           | 18.532 + 1      | -0.953         | -1      | 5.9             | 17.942 + 1     | -6.119  | -6              | 10.9           | 16.536 + 1 | -10.726         | -11            | 15.9    | 14.435          | 0              | -14.342 | -15  | 20.9   | 11.832 | 0       | -16.608 | - |
| 21.0           | 18.528 + 1      | -1.058         | -1      | 6.0             | 17.922 + 1     | -6.218  | -7              | 11.0           | 16.500 + 1 | -10.810         | -11            | 16.0    | 14.388          | 0              | -14.402 | -15  | 21.0   | 11.776 | 0       | -16.638 | - |
| 21.1           | 18.525 + 1      | -1.164         | -1      | 6.1             | 17.901 + 1     | -6.317  | -7              | 11.1           | 16.464 + 1 | -10.893         | -11            | 16.1    | 14.339          | 0              | -14.461 | -15  | 21.1   | 11.721 | 0       | -16.667 | - |
| 21.2           | 18.521 + 1      | -1.270         | -1      | 6.2             | 17.880 + 1     | -6.416  | -7              | 11.2           | 16.428 + 1 | -10.975         | -11            | 16.2    | 14.291          | 0              | -14.519 | -15  | 21.2   | 11.665 | 0       | -16.695 | - |
| 21.3           | 18.516 + 1      | -1.376         | -1      | 6.3             | 17.859 + 1     | -6.514  | -7              | 11.3           | 16.391 + 1 | -11.058         | -12            | 16.3    | 14.243          | 0              | -14.577 | -15  | 21.3   | 11.609 | 0       | -16.723 | - |
| 21.4           | 18.512 + 1      | -1.481         | -2      | 6.4             | 17.837 + 1     | -6.612  | -7              | 11.4           | 16.354 + 1 | -11.139         | -12            | 16.4    | 14.194          | 0              | -14.635 | -15  | 21.4   | 11.553 | 0       | -16.750 | - |
| 21.5           | 18.507 + 1      | -1.587         | -2      | 6.5             | 17.815 + 1     | -6.710  | -7              | 11.5           | 16.317 + 1 | -11.221         | -12            | 16.5    | 14.145          | 0              | -14.691 | -15  | 21.5   | 11.497 | 0       | -16.776 | - |
| 21.6           | 18.501 + 1      | -1.692         | -2      | 6.6             | 17.793 + 1     | -6.808  | -7              | 11.6           | 16.280 + 1 | -11.302         | -12            | 16.6    | 14.096          | 0              | -14.748 | -15  | 21.6   | 11.441 | 0       | -16.802 | - |
| 21.7           | 18.496 + 1      | -1.798         | -2      | 6.7             | 17.770 + 1     | -6.906  | -7              | 11.7           | 16.242 + 1 | -11.382         | -12            | 16.7    | 14.047          | 0              | -14.804 | -15  | 21.7   | 11.384 | 0       | -16.827 | - |
| 21.8           | 18.489 + 1      | -1.903         | -2      | 6.8             | 17.747 + 1     | -7.003  | -7              | 11.8           | 16.204 + 1 | -11.462         | -12            | 16.8    | 13.998          | 0              | -14.859 | -15  | 21.8   | 11.328 | 0       | -16.852 | - |
| 21.9           | 18.483 + 1      | -2.008         | -2      | 6.9             | 17.723 + 1     | -7.100  | -7              | 11.9           | 16.166 + 1 | -11.542         | -12            | 16.9    | 13.948          | 0              | -14.913 | -15  | 21.9   | 11.271 | 0       | -16.875 | - |
| 22.0           | 18.476 + 1      | -2.114         | -2      | 7.0             | 17.700 + 1     | -7.197  | -8              | 12.0           | 16.127 + 1 | -11.621         | -12            | 17.0    | 13.898          | 0              | -14.967 | -15  | 22.0   | 11.215 | 0       | -16.899 | - |
| 22.1           | 18.469 + 1      | -2.219         | -2      | 7.1             | 17.676 + 1     | -7.293  | -8              | 12.1           | 16.089 + 1 | -11.700         | -12            | 17.1    | 13.848          | 0              | -15.021 | -16  | 22.1   | 11.158 | 0       | -16.921 | - |
| 22.2           | 18.461 + 1      | -2.324         | -2      | 7.2             | 17.652 + 1     | -7.389  | -8              | 12.2           | 16.050 + 1 | -11.778         | -12            | 17.2    | 13.798          | 0              | -15.074 | -16  | 22.2   | 11.101 | 0       | -16.943 | - |
| 22.3           | 18.454 + 1      | -2.429         | -3      | 7.3             | 17.627 + 1     | -7.485  | -8              | 12.3           | 16.010 + 1 | -11.856         | -12            | 17.3    | 13.748          | 0              | -15.126 | -16  | 22.3   | 11.045 | 0       | -16.964 | - |
| 22.4           | 18.445 + 1      | -2.534         | -3      | 7.4             | 17.602 + 1     | -7.581  | -8              | 12.4           | 15.971 + 1 | -11.933         | -12            | 17.4    | 13.697          | 0              | -15.178 | -16  | 22.4   | 10.988 | 0       | -16.985 | - |
| 22.5           | 18.437 + 1      | -2.638         | -3      | 7.5             | 17.577 + 1     | -7.676  | -8              | 12.5           | 15.931 + 1 | -12.010         | -12            | 17.5    | 13.646          | 0              | -15.229 | -16  | 22.5   | 10.931 | 0       | -17.005 | - |
| 22.6           | 18.428 + 1      | -2.743         | -3      | 7.6             | 17.551 + 1     | -7.771  | -8              | 12.6           | 15.891 + 1 | -12.087         | -13            | 17.6    | 13.596          | 0              | -15.279 | -16  | 22.6   | 10.874 | 0       | -17.024 | - |
| 22.7           | 18.419 + 1      | -2.848         | -3      | 7.7             | 17.525 + 1     | -7.866  | -8              | 12.7           | 15.851 + 1 | -12.163         | -13            | 17.7    | 13.545          | 0              | -15.329 | -16  | 22.7   | 10.817 | 0       | -17.042 | - |
| 22.8           | 18.409 + 1      | -2.952         | -3      | 7.8             | 17.499 + 1     | -7.960  | -8              | 12.8           | 15.810 + 1 | -12.239         | -13            | 17.8    | 13.493          | 0              | -15.379 | -16  | 22.8   | 10.760 | 0       | -17.060 | - |
| 22.9           | 18.399 + 1      | -3.057         | -3      | 7.9             | 17.472 + 1     | -8.054  | -8              | 12.9           | 15.769 + 1 | -12.314         | -13            | 17.9    | 13.442          | 0              | -15.427 | -16  | 22.9   | 10.703 | 0       | -17.077 | - |
| 23.0           | 18.389 + 1      | -3.161         | -3      | 8.0             | 17.446 + 1     | -8.148  | -9              | 13.0           | 15.728 + 1 | -12.389         | -13            | 18.0    | 13.390          | 0              | -15.476 | -16  | 23.0   | 10.645 | 0       | -17.094 | - |
| 23.1           | 18.378 + 1      | -3.265         | -3      | 8.1             | 17.418 + 1     | -8.242  | -9              | 13.1           | 15.687 + 1 | -12.463         | -13            | 18.1    | 13.339          | 0              | -15.523 | -16  | 23.1   | 10.588 | 0       | -17.109 | - |
| 23.2           | 18.367 + 1      | -3.369         | -4      | 8.2             | 17.391 + 1     | -8.335  | -9              | 13.2           | 15.646 + 1 | -12.537         | -13            | 18.2    | 13.287          | 0              | -15.570 | -16  | 23.2   | 10.531 | 0       | -17.124 | - |
| 23.3           | 18.356 + 1      | -3.473         | -4      | 8.3             | 17.363 + 1     | -8.428  | -9              | 13.3           | 15.604 + 1 | -12.610         | -13            | 18.3    | 13.235          | 0              | -15.617 | -16  | 23.3   | 10.473 | 0       | -17.139 | - |
| 23.4           | 18.344 + 1      | -3.577         | -4      | 8.4             | 17.335 + 1     | -8.521  | -9              | 13.4           | 15.562 + 1 | -12.683         | -13            | 18.4    | 13.182          | 0              | -15.662 | -16  | 23.4   | 10.416 | 0       | -17.153 | - |
| 23.5           | 18.332 + 1      | -3.680         | -4      | 8.5             | 17.307 + 1     | -8.613  | -9              | 13.5           | 15.520 + 1 | -12.755         | -13            | 18.5    | 13.130          | 0              | -15.708 | -16  | 23.5   | 10.358 | 0       | -17.166 | - |
| 23.6           | 18.320 + 1      | -3.784         | -4      | 8.6             | 17.278 + 1     | -8.705  | -9              | 13.6           | 15.477 + 1 | -12.827         | -13            | 18.6    | 13.078          | 0              | -15.752 | -16  | 23.6   | 10.300 | 0       | -17.178 | - |
| 23.7           | 18.307 + 1      | -3.887         | -4      | 8.7             | 17.249 + 1     | -8.797  | -9              | 13.7           | 15.434 + 1 | -12.899         | -13            | 18.7    | 13.025          | 0              | -15.796 | -16  | 23.7   | 10.243 | 0       | -17.190 | - |
| 23.8           | 18.294 + 1      | -3.991         | -4      | 8.8             | 17.220 + 1     | -8.888  | -9              | 13.8           | 15.391 + 1 | -12.970         | -13            | 18.8    | 12.972          | 0              | -15.840 | -16  | 23.8   | 10.185 | 0       | -17.201 | - |
| 23.9           | 18.280 + 1      | -4.094         | -4      | 8.9             | 17.190 + 1     | -8.979  | -9              | 13.9           | 15.348 + 1 | -13.040         | -14            | 18.9    | 12.919          | 0              | -15.883 | -16  | 23.9   | 10.127 | 0       | -17.212 | - |
| 24.0           | 18.267 + 1      | -4.197         | -4      | 9.0             | 17.160 + 1     | -9.070  | -9              | 14.0           | 15.305 + 1 | -13.110         | -14            | 19.0    | 12.866          | 0              | -15.925 | -16  | 24.0   | 10.070 | 0       | -17.222 | - |
| 24.1           | 18.253 + 1      | -4.299         | -4      | 9.1             | 17.130 + 1     | -9.161  | -10             | 14.1           | 15.261 + 1 | -13.179         | -14            | 19.1    | 12.813          | 0              | -15.966 | -16  | 24.1   | 10.012 | 0       | -17.231 | - |
| 24.2           | 18.239 + 1      | -4.402         | -5      | 9.2             | 17.099 + 1     | -9.251  | -10             | 14.2           | 15.217 + 1 | -13.248         | -14            | 19.2    | 12.759          | 0              | -16.007 | -17  | 24.2   | 9.954  | 0       | -17.239 | - |
| 24.3           | 18.224 + 1      | -4.505         | -5      | 9.3             | 17.069 + 1     | -9.340  | -10             | 14.3           | 15.173 + 1 | -13.317         | -14            | 19.3    | 12.706          | 0              | -16.048 | -17  | 24.3   | 9.896  | 0       | -17.247 | - |
| 24.4           | 18.208 + 1      | -4.607         | -5      | 9.4             | 17.037 + 1     | -9.430  | -10             | 14.4           | 15.128 + 1 | -13.385         | -14            | 19.4    | 12.652          | 0              | -16.087 | -17  | 24.4   | 9.838  | 0       | -17.254 | - |
| 24.5           | 18.193 + 1      | -4.709         | -5      | 9.5             | 17.006 + 1     | -9.519  | -10             | 14.5           | 15.084 + 1 | -13.452         | -14            | 19.5    | 12.598          | 0              | -16.126 | -17  | 24.5   | 9.780  | 0       | -17.260 | - |
| 24.6           | 18.178 + 1      | -4.811         | -5      | 9.6             | 16.974 + 1     | -9.608  | -10             | 14.6           | 15.039 + 1 | -13.519         | -14            | 19.6    | 12.544          | 0              | -16.165 | -17  | 24.6   | 9.722  | 0       | -17.266 | - |
| 24.7           | 18.161 + 1      | -4.913         | -5      | 9.7             | 16.942 + 1     | -9.696  | -10             | 14.7           | 14.994 + 1 | -13.586         | -14            | 19.7    | 12.490          | 0              | -16.203 | -17  | 24.7   | 9.664  | 0       | -17.271 | - |
| 24.8           | 18.145 + 1      | -5.014         | -5      | 9.8             | 16.910 + 1     | -9.784  | -10             | 14.8           | 14.948 + 1 | -13.652         | -14            | 19.8    | 12.436          | 0              | -16.240 | -17  | 24.8   | 9.607  | 0       | -17.275 | - |
| 24.9           | 18.128 + 1      | -5.116         | -5      | 9.9             | 16.877 + 1     | -9.871  | -10             | 14.9           | 14.903 + 1 | -13.717         | -14            | 19.9    | 12.382          | 0              | -16.277 | -17  | 24.9   | 9.548  | 0       | -17.279 | - |
| 25.0           | 18.111 + 1      | -5.217         | -5      | 10.0            | 16.845 + 1     | -9.959  | -10             | 15.0           | 14.857 + 1 | -13.782         | -14            | 20.0    | 12.327          | 0              | -16.313 | -17  | 25.0   | 9.490  | 0       | -17.282 | - |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multiplizieren, und sind in Einheiten der letzten Decimalesatz.

Tafel Xb.

| Arg.<br>II | $\varepsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg.<br>II | $\varepsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg.<br>II | $\varepsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg.<br>II | $\varepsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg.<br>II | $\varepsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ |
|------------|--------------------|----------------|------------|--------------------|----------------|------------|--------------------|----------------|------------|--------------------|----------------|------------|--------------------|----------------|
| 25.0       | 9°49'0             | 0              | 17°28'2    | 18                 | 30.0           | 6°6'19     | 0                  | 16°55'9        | 17         | 35.0               | 3°9'99         | 1          | 14°18'1            | 14             |
| 25.1       | 9.432              | 0              | 17.284     | 18                 | 30.1           | 6.563      | 0                  | 16.527         | 17         | 35.1               | 3.951          | 1          | 14.117             | 14             |
| 25.2       | 9.374              | 0              | 17.286     | 18                 | 30.2           | 6.508      | 0                  | 16.495         | 17         | 35.2               | 3.903          | 1          | 14.054             | 14             |
| 25.3       | 9.316              | 0              | 17.287     | 18                 | 30.3           | 6.452      | 0                  | 16.462         | 17         | 35.3               | 3.856          | 1          | 13.989             | 14             |
| 25.4       | 9.258              | 0              | 17.287     | 18                 | 30.4           | 6.396      | 0                  | 16.428         | 17         | 35.4               | 3.809          | 1          | 13.924             | 14             |
| 25.5       | 9.200              | 0              | 17.287     | 18                 | 30.5           | 6.341      | 0                  | 16.394         | 17         | 35.5               | 3.761          | 1          | 13.858             | 14             |
| 25.6       | 9.142              | 0              | 17.285     | 18                 | 30.6           | 6.286      | 0                  | 16.359         | 17         | 35.6               | 3.715          | 1          | 13.792             | 14             |
| 25.7       | 9.084              | 0              | 17.284     | 18                 | 30.7           | 6.231      | 0                  | 16.323         | 17         | 35.7               | 3.668          | 1          | 13.726             | 14             |
| 25.8       | 9.026              | 0              | 17.281     | 18                 | 30.8           | 6.176      | 0                  | 16.287         | 17         | 35.8               | 3.621          | 1          | 13.658             | 14             |
| 25.9       | 8.968              | 0              | 17.278     | 18                 | 30.9           | 6.121      | 0                  | 16.250         | 17         | 35.9               | 3.575          | 1          | 13.590             | 14             |
| 26.0       | 8.910              | 0              | 17.274     | 18                 | 31.0           | 6.066      | 0                  | 16.212         | 16         | 36.0               | 3.529          | 1          | 13.522             | 14             |
| 26.1       | 8.852              | 0              | 17.270     | 18                 | 31.1           | 6.011      | 0                  | 16.173         | 16         | 36.1               | 3.484          | 1          | 13.453             | 14             |
| 26.2       | 8.794              | 0              | 17.264     | 18                 | 31.2           | 5.957      | 0                  | 16.134         | 16         | 36.2               | 3.438          | 1          | 13.383             | 14             |
| 26.3       | 8.736              | 0              | 17.258     | 18                 | 31.3           | 5.902      | 0                  | 16.095         | 16         | 36.3               | 3.393          | 1          | 13.313             | 14             |
| 26.4       | 8.678              | 0              | 17.252     | 18                 | 31.4           | 5.848      | 0                  | 16.054         | 16         | 36.4               | 3.348          | 1          | 13.243             | 14             |
| 26.5       | 8.620              | 0              | 17.244     | 18                 | 31.5           | 5.794      | 0                  | 16.013         | 16         | 36.5               | 3.303          | 1          | 13.171             | 14             |
| 26.6       | 8.562              | 0              | 17.236     | 18                 | 31.6           | 5.740      | 0                  | 15.972         | 16         | 36.6               | 3.259          | 1          | 13.100             | 14             |
| 26.7       | 8.504              | 0              | 17.228     | 18                 | 31.7           | 5.686      | 0                  | 15.929         | 16         | 36.7               | 3.214          | 1          | 13.027             | 14             |
| 26.8       | 8.446              | 0              | 17.218     | 18                 | 31.8           | 5.632      | 0                  | 15.886         | 16         | 36.8               | 3.170          | 1          | 12.954             | 14             |
| 26.9       | 8.388              | 0              | 17.208     | 18                 | 31.9           | 5.578      | 0                  | 15.843         | 16         | 36.9               | 3.126          | 1          | 12.881             | 14             |
| 27.0       | 8.330              | 0              | 17.198     | 18                 | 32.0           | 5.525      | 0                  | 15.799         | 16         | 37.0               | 3.083          | 1          | 12.807             | 14             |
| 27.1       | 8.272              | 0              | 17.186     | 18                 | 32.1           | 5.472      | 0                  | 15.754         | 16         | 37.1               | 3.040          | 1          | 12.733             | 14             |
| 27.2       | 8.214              | 0              | 17.174     | 18                 | 32.2           | 5.418      | 0                  | 15.708         | 16         | 37.2               | 2.997          | 1          | 12.658             | 14             |
| 27.3       | 8.157              | 0              | 17.161     | 18                 | 32.3           | 5.365      | 0                  | 15.662         | 16         | 37.3               | 2.954          | 1          | 12.582             | 14             |
| 27.4       | 8.099              | 0              | 17.148     | 18                 | 32.4           | 5.313      | 0                  | 15.615         | 16         | 37.4               | 2.911          | 1          | 12.506             | 14             |
| 27.5       | 8.041              | 0              | 17.134     | 17                 | 32.5           | 5.260      | 0                  | 15.568         | 16         | 37.5               | 2.869          | 1          | 12.430             | 14             |
| 27.6       | 7.983              | 0              | 17.119     | 17                 | 32.6           | 5.207      | 0                  | 15.520         | 16         | 37.6               | 2.827          | 1          | 12.353             | 14             |
| 27.7       | 7.926              | 0              | 17.104     | 17                 | 32.7           | 5.155      | 0                  | 15.471         | 16         | 37.7               | 2.785          | 1          | 12.275             | 14             |
| 27.8       | 7.868              | 0              | 17.088     | 17                 | 32.8           | 5.103      | 0                  | 15.422         | 16         | 37.8               | 2.743          | 1          | 12.197             | 14             |
| 27.9       | 7.811              | 0              | 17.071     | 17                 | 32.9           | 5.051      | 0                  | 15.372         | 16         | 37.9               | 2.702          | 1          | 12.119             | 14             |
| 28.0       | 7.753              | 0              | 17.053     | 17                 | 33.0           | 4.999      | 0                  | 15.321         | 16         | 38.0               | 2.661          | 1          | 12.039             | 14             |
| 28.1       | 7.696              | 0              | 17.035     | 17                 | 33.1           | 4.947      | 0                  | 15.270         | 15         | 38.1               | 2.620          | 1          | 11.960             | 14             |
| 28.2       | 7.639              | 0              | 17.016     | 17                 | 33.2           | 4.895      | 0                  | 15.218         | 15         | 38.2               | 2.580          | 1          | 11.880             | 14             |
| 28.3       | 7.581              | 0              | 16.996     | 17                 | 33.3           | 4.844      | 0                  | 15.166         | 15         | 38.3               | 2.540          | 1          | 11.799             | 14             |
| 28.4       | 7.524              | 0              | 16.976     | 17                 | 33.4           | 4.793      | 0                  | 15.113         | 15         | 38.4               | 2.500          | 1          | 11.718             | 14             |
| 28.5       | 7.467              | 0              | 16.955     | 17                 | 33.5           | 4.742      | 0                  | 15.059         | 15         | 38.5               | 2.460          | 1          | 11.637             | 14             |
| 28.6       | 7.410              | 0              | 16.933     | 17                 | 33.6           | 4.691      | 1                  | 15.005         | 15         | 38.6               | 2.421          | 1          | 11.555             | 14             |
| 28.7       | 7.353              | 0              | 16.911     | 17                 | 33.7           | 4.640      | 1                  | 14.950         | 15         | 38.7               | 2.382          | 1          | 11.472             | 14             |
| 28.8       | 7.296              | 0              | 16.888     | 17                 | 33.8           | 4.590      | 1                  | 14.894         | 15         | 38.8               | 2.343          | 1          | 11.389             | 14             |
| 28.9       | 7.239              | 0              | 16.864     | 17                 | 33.9           | 4.540      | 1                  | 14.838         | 15         | 38.9               | 2.304          | 1          | 11.306             | 14             |
| 29.0       | 7.182              | 0              | 16.840     | 17                 | 34.0           | 4.489      | 1                  | 14.781         | 15         | 39.0               | 2.266          | 1          | 11.222             | 14             |
| 29.1       | 7.126              | 0              | 16.815     | 17                 | 34.1           | 4.439      | 1                  | 14.724         | 15         | 39.1               | 2.228          | 1          | 11.137             | 14             |
| 29.2       | 7.069              | 0              | 16.789     | 17                 | 34.2           | 4.390      | 1                  | 14.666         | 15         | 39.2               | 2.191          | 1          | 11.053             | 14             |
| 29.3       | 7.012              | 0              | 16.763     | 17                 | 34.3           | 4.340      | 1                  | 14.607         | 15         | 39.3               | 2.153          | 1          | 10.967             | 14             |
| 29.4       | 6.956              | 0              | 16.736     | 17                 | 34.4           | 4.291      | 1                  | 14.548         | 15         | 39.4               | 2.116          | 1          | 10.881             | 14             |
| 29.5       | 6.900              | 0              | 16.708     | 17                 | 34.5           | 4.242      | 1                  | 14.488         | 15         | 39.5               | 2.079          | 1          | 10.795             | 14             |
| 29.6       | 6.843              | 0              | 16.680     | 17                 | 34.6           | 4.193      | 1                  | 14.428         | 15         | 39.6               | 2.043          | 1          | 10.709             | 14             |
| 29.7       | 6.787              | 0              | 16.651     | 17                 | 34.7           | 4.144      | 1                  | 14.367         | 15         | 39.7               | 2.007          | 1          | 10.622             | 14             |
| 29.8       | 6.731              | 0              | 16.621     | 17                 | 34.8           | 4.095      | 1                  | 14.306         | 14         | 39.8               | 1.971          | 1          | 10.534             | 14             |
| 29.9       | 6.675              | 0              | 16.590     | 17                 | 34.9           | 4.047      | 1                  | 14.243         | 14         | 39.9               | 1.935          | 1          | 10.446             | 14             |
| 30.0       | 6.619              | 0              | 16.559     | 17                 | 35.0           | 3.999      | 1                  | 14.181         | 14         | 40.0               | 1.899          | 1          | 10.358             | 14             |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten De angesetzt.

Tafel Xb.

| Arg.<br>II | $\varepsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg.<br>II | $\varepsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg.<br>II | $\varepsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg.<br>II | $\varepsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ | Arg.<br>II | $\varepsilon_{II}$ | $\lambda_{II}$ |
|------------|--------------------|----------------|------------|--------------------|----------------|------------|--------------------|----------------|------------|--------------------|----------------|------------|--------------------|----------------|
| 30.0       | 0°073              | -1             | 0°000      | 0                  | 55.0           | 0°542      | -1                 | + 5°463        | + 5        | 60.0               | 1°899          | -1         | + 10°357           | + 10           |
| 30.1       | 0.073              | -1             | + 0.111    | 0                  | 55.1           | 0.561      | -1                 | + 5.568        | + 6        | 60.1               | 1.935          | -1         | + 10.445           | + 11           |
| 30.2       | 0.074              | -1             | + 0.222    | 0                  | 55.2           | 0.580      | -1                 | + 5.674        | + 6        | 60.2               | 1.971          | -1         | + 10.533           | + 11           |
| 30.3       | 0.075              | -1             | + 0.333    | 0                  | 55.3           | 0.600      | -1                 | + 5.778        | + 6        | 60.3               | 2.007          | -1         | + 10.621           | + 11           |
| 30.4       | 0.076              | -1             | + 0.444    | 0                  | 55.4           | 0.620      | -1                 | + 5.883        | + 6        | 60.4               | 2.043          | -1         | + 10.708           | + 11           |
| 30.5       | 0.078              | -1             | + 0.556    | + 1                | 55.5           | 0.640      | -1                 | + 5.987        | + 6        | 60.5               | 2.079          | -1         | + 10.795           | + 11           |
| 30.6       | 0.080              | -1             | + 0.667    | + 1                | 55.6           | 0.660      | -1                 | + 6.091        | + 6        | 60.6               | 2.116          | -1         | + 10.881           | + 11           |
| 30.7       | 0.082              | -1             | + 0.778    | + 1                | 55.7           | 0.681      | -1                 | + 6.195        | + 6        | 60.7               | 2.153          | -1         | + 10.967           | + 11           |
| 30.8       | 0.085              | -1             | + 0.889    | + 1                | 55.8           | 0.703      | -1                 | + 6.299        | + 6        | 60.8               | 2.191          | -1         | + 11.052           | + 11           |
| 30.9       | 0.088              | -1             | + 1.000    | + 1                | 55.9           | 0.724      | -1                 | + 6.402        | + 6        | 60.9               | 2.228          | -1         | + 11.137           | + 11           |
| 31.0       | 0.092              | -1             | + 1.111    | + 1                | 56.0           | 0.746      | -1                 | + 6.505        | + 7        | 61.0               | 2.266          | -1         | + 11.221           | + 11           |
| 31.1       | 0.096              | -1             | + 1.222    | + 1                | 56.1           | 0.768      | -1                 | + 6.608        | + 7        | 61.1               | 2.304          | -1         | + 11.305           | + 11           |
| 31.2       | 0.100              | -1             | + 1.333    | + 1                | 56.2           | 0.791      | -1                 | + 6.710        | + 7        | 61.2               | 2.343          | -1         | + 11.389           | + 11           |
| 31.3       | 0.105              | -1             | + 1.444    | + 1                | 56.3           | 0.814      | -1                 | + 6.812        | + 7        | 61.3               | 2.382          | -1         | + 11.472           | + 12           |
| 31.4       | 0.111              | -1             | + 1.555    | + 2                | 56.4           | 0.837      | -1                 | + 6.914        | + 7        | 61.4               | 2.421          | -1         | + 11.554           | + 12           |
| 31.5       | 0.116              | -1             | + 1.665    | + 2                | 56.5           | 0.861      | -1                 | + 7.016        | + 7        | 61.5               | 2.460          | -1         | + 11.636           | + 12           |
| 31.6       | 0.121              | -1             | + 1.776    | + 2                | 56.6           | 0.885      | -1                 | + 7.117        | + 7        | 61.6               | 2.500          | -1         | + 11.718           | + 12           |
| 31.7       | 0.128              | -1             | + 1.886    | + 2                | 56.7           | 0.910      | -1                 | + 7.218        | + 7        | 61.7               | 2.540          | -1         | + 11.799           | + 12           |
| 31.8       | 0.134              | -1             | + 1.997    | + 2                | 56.8           | 0.934      | -1                 | + 7.319        | + 7        | 61.8               | 2.580          | -1         | + 11.879           | + 12           |
| 31.9       | 0.141              | -1             | + 2.107    | + 2                | 56.9           | 0.959      | -1                 | + 7.419        | + 7        | 61.9               | 2.620          | -1         | + 11.960           | + 12           |
| 32.0       | 0.149              | -1             | + 2.218    | + 2                | 57.0           | 0.985      | -1                 | + 7.519        | + 8        | 62.0               | 2.661          | -1         | + 12.039           | + 12           |
| 32.1       | 0.156              | -1             | + 2.328    | + 2                | 57.1           | 1.011      | -1                 | + 7.619        | + 8        | 62.1               | 2.702          | -1         | + 12.118           | + 12           |
| 32.2       | 0.164              | -1             | + 2.438    | + 2                | 57.2           | 1.037      | -1                 | + 7.719        | + 8        | 62.2               | 2.743          | -1         | + 12.197           | + 12           |
| 32.3       | 0.173              | -1             | + 2.548    | + 3                | 57.3           | 1.063      | -1                 | + 7.818        | + 8        | 62.3               | 2.785          | -1         | + 12.275           | + 12           |
| 32.4       | 0.182              | -1             | + 2.658    | + 3                | 57.4           | 1.090      | -1                 | + 7.916        | + 8        | 62.4               | 2.827          | -1         | + 12.352           | + 12           |
| 32.5       | 0.191              | -1             | + 2.768    | + 3                | 57.5           | 1.117      | -1                 | + 8.015        | + 8        | 62.5               | 2.869          | -1         | + 12.429           | + 13           |
| 32.6       | 0.201              | -1             | + 2.878    | + 3                | 57.6           | 1.144      | -1                 | + 8.113        | + 8        | 62.6               | 2.911          | -1         | + 12.506           | + 13           |
| 32.7       | 0.211              | -1             | + 2.987    | + 3                | 57.7           | 1.172      | -1                 | + 8.211        | + 8        | 62.7               | 2.954          | -1         | + 12.582           | + 13           |
| 32.8       | 0.221              | -1             | + 3.097    | + 3                | 57.8           | 1.200      | -1                 | + 8.308        | + 8        | 62.8               | 2.997          | -1         | + 12.657           | + 13           |
| 32.9       | 0.232              | -1             | + 3.206    | + 3                | 57.9           | 1.229      | -1                 | + 8.406        | + 8        | 62.9               | 3.040          | -1         | + 12.732           | + 13           |
| 33.0       | 0.243              | -1             | + 3.315    | + 3                | 58.0           | 1.257      | -1                 | + 8.502        | + 9        | 63.0               | 3.083          | -1         | + 12.807           | + 13           |
| 33.1       | 0.254              | -1             | + 3.424    | + 3                | 58.1           | 1.287      | -1                 | + 8.598        | + 9        | 63.1               | 3.127          | -1         | + 12.881           | + 13           |
| 33.2       | 0.266              | -1             | + 3.533    | + 4                | 58.2           | 1.316      | -1                 | + 8.695        | + 9        | 63.2               | 3.170          | -1         | + 12.954           | + 13           |
| 33.3       | 0.278              | -1             | + 3.642    | + 4                | 58.3           | 1.346      | -1                 | + 8.790        | + 9        | 63.3               | 3.214          | -1         | + 13.027           | + 13           |
| 33.4       | 0.291              | -1             | + 3.750    | + 4                | 58.4           | 1.376      | -1                 | + 8.886        | + 9        | 63.4               | 3.259          | -1         | + 13.099           | + 13           |
| 33.5       | 0.304              | -1             | + 3.859    | + 4                | 58.5           | 1.406      | -1                 | + 8.980        | + 9        | 63.5               | 3.303          | -1         | + 13.171           | + 13           |
| 33.6       | 0.317              | -1             | + 3.967    | + 4                | 58.6           | 1.437      | -1                 | + 9.075        | + 9        | 63.6               | 3.348          | -1         | + 13.242           | + 13           |
| 33.7       | 0.331              | -1             | + 4.075    | + 4                | 58.7           | 1.468      | -1                 | + 9.169        | + 9        | 63.7               | 3.393          | -1         | + 13.313           | + 13           |
| 33.8       | 0.345              | -1             | + 4.183    | + 4                | 58.8           | 1.499      | -1                 | + 9.263        | + 9        | 63.8               | 3.438          | -1         | + 13.383           | + 14           |
| 33.9       | 0.360              | -1             | + 4.291    | + 4                | 58.9           | 1.531      | -1                 | + 9.357        | + 9        | 63.9               | 3.484          | -1         | + 13.453           | + 14           |
| 34.0       | 0.374              | -1             | + 4.398    | + 4                | 59.0           | 1.563      | -1                 | + 9.449        | + 9        | 64.0               | 3.529          | -1         | + 13.521           | + 14           |
| 34.1       | 0.389              | -1             | + 4.506    | + 5                | 59.1           | 1.595      | -1                 | + 9.542        | + 10       | 64.1               | 3.575          | -1         | + 13.590           | + 14           |
| 34.2       | 0.405              | -1             | + 4.614    | + 5                | 59.2           | 1.628      | -1                 | + 9.634        | + 10       | 64.2               | 3.621          | -1         | + 13.658           | + 14           |
| 34.3       | 0.421              | -1             | + 4.720    | + 5                | 59.3           | 1.661      | -1                 | + 9.726        | + 10       | 64.3               | 3.668          | -1         | + 13.725           | + 14           |
| 34.4       | 0.437              | -1             | + 4.827    | + 5                | 59.4           | 1.694      | -1                 | + 9.817        | + 10       | 64.4               | 3.715          | -1         | + 13.792           | + 14           |
| 34.5       | 0.454              | -1             | + 4.934    | + 5                | 59.5           | 1.727      | -1                 | + 9.908        | + 10       | 64.5               | 3.761          | -1         | + 13.858           | + 14           |
| 34.6       | 0.471              | -1             | + 5.040    | + 5                | 59.6           | 1.761      | -1                 | + 9.999        | + 10       | 64.6               | 3.809          | -1         | + 13.924           | + 14           |
| 34.7       | 0.488              | -1             | + 5.146    | + 5                | 59.7           | 1.795      | -1                 | + 10.089       | + 10       | 64.7               | 3.856          | -1         | + 13.989           | + 14           |
| 34.8       | 0.506              | -1             | + 5.252    | + 5                | 59.8           | 1.830      | -1                 | + 10.179       | + 10       | 64.8               | 3.903          | -1         | + 14.053           | + 14           |
| 34.9       | 0.524              | -1             | + 5.358    | + 5                | 59.9           | 1.865      | -1                 | + 10.268       | + 10       | 64.9               | 3.951          | -1         | + 14.117           | + 14           |
| 35.0       | 0.542              | -1             | + 5.463    | + 5                | 60.0           | 1.899      | -1                 | + 10.357       | + 10       | 65.0               | 3.999          | -1         | + 14.181           | + 14           |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimals gesetzt.

## Tafel Xb.

| Arg. II | $\varepsilon$ II | $\lambda$ II | Arg. II  | $\varepsilon$ II | $\lambda$ II | Arg. II | $\varepsilon$ II | $\lambda$ II | Arg. II | $\varepsilon$ II | $\lambda$ II | Arg. II | $\varepsilon$ II | $\lambda$ II |      |        |     |         |      |      |        |     |     |
|---------|------------------|--------------|----------|------------------|--------------|---------|------------------|--------------|---------|------------------|--------------|---------|------------------|--------------|------|--------|-----|---------|------|------|--------|-----|-----|
| 75.0    | 9.490            | 0            | + 17.282 | + 18             | 80.0         | 12.327  | 0                | + 16.313     | + 17    | 85.0             | 14.857       | + 1     | + 13.783         | + 14         | 90.0 | 16.845 | + 1 | + 9.959 | + 10 | 95.0 | 18.111 | + 1 | + 1 |
| 75.1    | 9.548            | 0            | + 17.279 | + 18             | 80.1         | 12.382  | 0                | + 16.277     | + 17    | 85.1             | 14.903       | + 1     | + 13.717         | + 14         | 90.1 | 16.877 | + 1 | + 9.872 | + 10 | 95.1 | 18.128 | + 1 | + 1 |
| 75.2    | 9.607            | 0            | + 17.275 | + 18             | 80.2         | 12.436  | 0                | + 16.240     | + 17    | 85.2             | 14.948       | + 1     | + 13.652         | + 14         | 90.2 | 16.910 | + 1 | + 9.784 | + 10 | 95.2 | 18.145 | + 1 | + 1 |
| 75.3    | 9.664            | 0            | + 17.271 | + 18             | 80.3         | 12.494  | 0                | + 16.203     | + 17    | 85.3             | 14.994       | + 1     | + 13.586         | + 14         | 90.3 | 16.942 | + 1 | + 9.696 | + 10 | 95.3 | 18.161 | + 1 | + 1 |
| 75.4    | 9.722            | 0            | + 17.266 | + 18             | 80.4         | 12.544  | 0                | + 16.165     | + 17    | 85.4             | 15.039       | + 1     | + 13.520         | + 14         | 90.4 | 16.974 | + 1 | + 9.608 | + 10 | 95.4 | 18.178 | + 1 | + 1 |
| 75.5    | 9.780            | 0            | + 17.260 | + 18             | 80.5         | 12.598  | 0                | + 16.127     | + 17    | 85.5             | 15.084       | + 1     | + 13.453         | + 14         | 90.5 | 17.006 | + 1 | + 9.519 | + 10 | 95.5 | 18.193 | + 1 | + 1 |
| 75.6    | 9.838            | 0            | + 17.254 | + 18             | 80.6         | 12.652  | 0                | + 16.088     | + 17    | 85.6             | 15.128       | + 1     | + 13.385         | + 14         | 90.6 | 17.037 | + 1 | + 9.430 | + 10 | 95.6 | 18.208 | + 1 | + 1 |
| 75.7    | 9.896            | 0            | + 17.247 | + 18             | 80.7         | 12.706  | 0                | + 16.048     | + 17    | 85.7             | 15.173       | + 1     | + 13.317         | + 14         | 90.7 | 17.069 | + 1 | + 9.341 | + 10 | 95.7 | 18.224 | + 1 | + 1 |
| 75.8    | 9.954            | 0            | + 17.239 | + 18             | 80.8         | 12.759  | 0                | + 16.008     | + 17    | 85.8             | 15.217       | + 1     | + 13.249         | + 14         | 90.8 | 17.099 | + 1 | + 9.251 | + 10 | 95.8 | 18.239 | + 1 | + 1 |
| 75.9    | 10.012           | 0            | + 17.231 | + 18             | 80.9         | 12.813  | 0                | + 15.967     | + 16    | 85.9             | 15.261       | + 1     | + 13.180         | + 14         | 90.9 | 17.130 | + 1 | + 9.161 | + 10 | 95.9 | 18.253 | + 1 | + 1 |
| 76.0    | 10.070           | 0            | + 17.221 | + 18             | 81.0         | 12.866  | 0                | + 15.925     | + 16    | 86.0             | 15.305       | + 1     | + 13.110         | + 14         | 91.0 | 17.160 | + 1 | + 9.071 | + 9  | 96.0 | 18.267 | + 1 | + 1 |
| 76.1    | 10.127           | 0            | + 17.212 | + 18             | 81.1         | 12.919  | 0                | + 15.883     | + 16    | 86.1             | 15.348       | + 1     | + 13.040         | + 14         | 91.1 | 17.190 | + 1 | + 8.980 | + 9  | 96.1 | 18.280 | + 1 | + 1 |
| 76.2    | 10.185           | 0            | + 17.201 | + 18             | 81.2         | 12.972  | 0                | + 15.840     | + 16    | 86.2             | 15.391       | + 1     | + 12.970         | + 13         | 91.2 | 17.220 | + 1 | + 8.889 | + 9  | 96.2 | 18.294 | + 1 | + 1 |
| 76.3    | 10.243           | 0            | + 17.190 | + 18             | 81.3         | 13.025  | 0                | + 15.797     | + 16    | 86.3             | 15.434       | + 1     | + 12.899         | + 13         | 91.3 | 17.249 | + 1 | + 8.798 | + 9  | 96.3 | 18.307 | + 1 | + 1 |
| 76.4    | 10.300           | 0            | + 17.178 | + 18             | 81.4         | 13.078  | 0                | + 15.753     | + 16    | 86.4             | 15.477       | + 1     | + 12.828         | + 13         | 91.4 | 17.278 | + 1 | + 8.706 | + 9  | 96.4 | 18.320 | + 1 | + 1 |
| 76.5    | 10.358           | 0            | + 17.166 | + 18             | 81.5         | 13.130  | 0                | + 15.708     | + 16    | 86.5             | 15.520       | + 1     | + 12.756         | + 13         | 91.5 | 17.307 | + 1 | + 8.614 | + 9  | 96.5 | 18.332 | + 1 | + 1 |
| 76.6    | 10.416           | 0            | + 17.153 | + 18             | 81.6         | 13.182  | 0                | + 15.663     | + 16    | 86.6             | 15.562       | + 1     | + 12.683         | + 13         | 91.6 | 17.335 | + 1 | + 8.522 | + 9  | 96.6 | 18.344 | + 1 | + 1 |
| 76.7    | 10.473           | 0            | + 17.139 | + 18             | 81.7         | 13.235  | 0                | + 15.617     | + 16    | 86.7             | 15.604       | + 1     | + 12.610         | + 13         | 91.7 | 17.363 | + 1 | + 8.429 | + 9  | 96.7 | 18.356 | + 1 | + 1 |
| 76.8    | 10.531           | 0            | + 17.124 | + 18             | 81.8         | 13.287  | 0                | + 15.570     | + 16    | 86.8             | 15.646       | + 1     | + 12.537         | + 13         | 91.8 | 17.391 | + 1 | + 8.336 | + 9  | 96.8 | 18.367 | + 1 | + 1 |
| 76.9    | 10.588           | 0            | + 17.109 | + 18             | 81.9         | 13.339  | 0                | + 15.523     | + 16    | 86.9             | 15.687       | + 1     | + 12.463         | + 13         | 91.9 | 17.418 | + 1 | + 8.243 | + 9  | 96.9 | 18.378 | + 1 | + 1 |
| 77.0    | 10.645           | 0            | + 17.094 | + 18             | 82.0         | 13.390  | 0                | + 15.476     | + 16    | 87.0             | 15.728       | + 1     | + 12.389         | + 13         | 92.0 | 17.446 | + 1 | + 8.149 | + 9  | 97.0 | 18.389 | + 1 | + 1 |
| 77.1    | 10.703           | 0            | + 17.077 | + 18             | 82.1         | 13.442  | 0                | + 15.428     | + 16    | 87.1             | 15.769       | + 1     | + 12.314         | + 13         | 92.1 | 17.472 | + 1 | + 8.055 | + 8  | 97.1 | 18.399 | + 1 | + 1 |
| 77.2    | 10.760           | 0            | + 17.060 | + 18             | 82.2         | 13.493  | 0                | + 15.379     | + 16    | 87.2             | 15.810       | + 1     | + 12.239         | + 13         | 92.2 | 17.499 | + 1 | + 7.961 | + 8  | 97.2 | 18.409 | + 1 | + 1 |
| 77.3    | 10.817           | 0            | + 17.042 | + 18             | 82.3         | 13.545  | 0                | + 15.329     | + 16    | 87.3             | 15.851       | + 1     | + 12.163         | + 13         | 92.3 | 17.525 | + 1 | + 7.866 | + 8  | 97.3 | 18.419 | + 1 | + 1 |
| 77.4    | 10.874           | 0            | + 17.024 | + 17             | 82.4         | 13.596  | 0                | + 15.279     | + 16    | 87.4             | 15.891       | + 1     | + 12.087         | + 13         | 92.4 | 17.551 | + 1 | + 7.772 | + 8  | 97.4 | 18.428 | + 1 | + 1 |
| 77.5    | 10.931           | 0            | + 17.005 | + 17             | 82.5         | 13.646  | 0                | + 15.229     | + 16    | 87.5             | 15.931       | + 1     | + 12.011         | + 12         | 92.5 | 17.577 | + 1 | + 7.677 | + 8  | 97.5 | 18.437 | + 1 | + 1 |
| 77.6    | 10.988           | 0            | + 16.985 | + 17             | 82.6         | 13.697  | 0                | + 15.178     | + 16    | 87.6             | 15.971       | + 1     | + 11.934         | + 12         | 92.6 | 17.602 | + 1 | + 7.581 | + 8  | 97.6 | 18.445 | + 1 | + 1 |
| 77.7    | 11.045           | 0            | + 16.964 | + 17             | 82.7         | 13.748  | 0                | + 15.126     | + 16    | 87.7             | 16.010       | + 1     | + 11.856         | + 12         | 92.7 | 17.627 | + 1 | + 7.486 | + 8  | 97.7 | 18.454 | + 1 | + 1 |
| 77.8    | 11.101           | 0            | + 16.943 | + 17             | 82.8         | 13.798  | 0                | + 15.074     | + 16    | 87.8             | 16.050       | + 1     | + 11.779         | + 12         | 92.8 | 17.652 | + 1 | + 7.390 | + 8  | 97.8 | 18.461 | + 1 | + 1 |
| 77.9    | 11.158           | 0            | + 16.921 | + 17             | 82.9         | 13.848  | 0                | + 15.021     | + 16    | 87.9             | 16.089       | + 1     | + 11.700         | + 12         | 92.9 | 17.676 | + 1 | + 7.294 | + 8  | 97.9 | 18.469 | + 1 | + 1 |
| 78.0    | 11.215           | 0            | + 16.899 | + 17             | 83.0         | 13.898  | 0                | + 14.967     | + 15    | 88.0             | 16.127       | + 1     | + 11.621         | + 12         | 93.0 | 17.700 | + 1 | + 7.197 | + 8  | 98.0 | 18.476 | + 1 | + 1 |
| 78.1    | 11.271           | 0            | + 16.876 | + 17             | 83.1         | 13.948  | 0                | + 14.914     | + 15    | 88.1             | 16.166       | + 1     | + 11.542         | + 12         | 93.1 | 17.723 | + 1 | + 7.100 | + 7  | 98.1 | 18.483 | + 1 | + 1 |
| 78.2    | 11.328           | 0            | + 16.852 | + 17             | 83.2         | 13.998  | 0                | + 14.859     | + 15    | 88.2             | 16.204       | + 1     | + 11.463         | + 12         | 93.2 | 17.747 | + 1 | + 7.003 | + 7  | 98.2 | 18.489 | + 1 | + 1 |
| 78.3    | 11.384           | 0            | + 16.827 | + 17             | 83.3         | 14.047  | 0                | + 14.804     | + 15    | 88.3             | 16.242       | + 1     | + 11.382         | + 12         | 93.3 | 17.770 | + 1 | + 6.906 | + 7  | 98.3 | 18.496 | + 1 | + 1 |
| 78.4    | 11.441           | 0            | + 16.802 | + 17             | 83.4         | 14.096  | 0                | + 14.748     | + 15    | 88.4             | 16.280       | + 1     | + 11.302         | + 12         | 93.4 | 17.793 | + 1 | + 6.809 | + 7  | 98.4 | 18.501 | + 1 | + 1 |
| 78.5    | 11.497           | 0            | + 16.777 | + 17             | 83.5         | 14.145  | 0                | + 14.692     | + 15    | 88.5             | 16.317       | + 1     | + 11.221         | + 12         | 93.5 | 17.815 | + 1 | + 6.711 | + 7  | 98.5 | 18.507 | + 1 | + 1 |
| 78.6    | 11.553           | 0            | + 16.750 | + 17             | 83.6         | 14.194  | 0                | + 14.635     | + 15    | 88.6             | 16.354       | + 1     | + 11.140         | + 12         | 93.6 | 17.837 | + 1 | + 6.613 | + 7  | 98.6 | 18.512 | + 1 | + 1 |
| 78.7    | 11.609           | 0            | + 16.723 | + 17             | 83.7         | 14.243  | 0                | + 14.578     | + 15    | 88.7             | 16.391       | + 1     | + 11.058         | + 12         | 93.7 | 17.859 | + 1 | + 6.515 | + 7  | 98.7 | 18.516 | + 1 | + 1 |
| 78.8    | 11.665           | 0            | + 16.695 | + 17             | 83.8         | 14.291  | 0                | + 14.520     | + 15    | 88.8             | 16.428       | + 1     | + 10.976         | + 11         | 93.8 | 17.880 | + 1 | + 6.416 | + 7  | 98.8 | 18.521 | + 1 | + 1 |
| 78.9    | 11.721           | 0            | + 16.667 | + 17             | 83.9         | 14.339  | 0                | + 14.461     | + 15    | 88.9             | 16.464       | + 1     | + 10.893         | + 11         | 93.9 | 17.901 | + 1 | + 6.318 | + 7  | 98.9 | 18.525 | + 1 | + 1 |
| 79.0    | 11.776           | 0            | + 16.638 | + 17             | 84.0         | 14.388  | 0                | + 14.402     | + 15    | 89.0             | 16.500       | + 1     | + 10.810         | + 11         | 94.0 | 17.922 | + 1 | + 6.219 | + 7  | 99.0 | 18.528 | + 1 | + 1 |
| 79.1    | 11.832           | 0            | + 16.608 | + 17             | 84.1         | 14.435  | 0                | + 14.343     | + 15    | 89.1             | 16.536       | + 1     | + 10.727         | + 11         | 94.1 | 17.942 | + 1 | + 6.120 | + 6  | 99.1 | 18.532 | + 1 | + 1 |
| 79.2    | 11.887           | 0            | + 16.578 | + 17             | 84.2         | 14.483  | 0                | + 14.283     | + 15    | 89.2             | 16.571       | + 1     | + 10.643         | + 11         | 94.2 | 17.962 | + 1 | + 6.020 | + 6  | 99.2 | 18.535 | + 1 | + 1 |
| 79.3    | 11.943           | 0            | + 16.547 | + 17             | 84.3         | 14.531  | 0                | + 14.222     | + 15    | 89.3             | 16.606       | + 1     | + 10.559         | + 11         | 94.3 | 17.982 | + 1 | + 5.921 | + 6  | 99.3 | 18.537 | + 1 | + 1 |
| 79.4    | 11.998           | 0            | + 16.516 | + 17             | 84.4         | 14.578  | 0                | + 14.161     | + 15    | 89.4             | 16.641       | + 1     | + 10.474         | + 11         | 94.4 | 18.002 | + 1 | + 5.821 | + 6  | 99.4 | 18.540 | + 1 | + 1 |
| 79.5    | 12.053           | 0            | + 16.483 | + 17             | 84.5         | 14.625  | + 1              | + 14.099     | + 15    | 89.5             | 16.676       | + 1     | + 10.389         | + 11         | 94.5 | 18.021 | + 1 | + 5.721 | + 6  | 99.5 | 18.542 | + 1 | + 1 |
| 79.6    | 12.108           | 0            | + 16.451 | + 17             | 84.6         | 14.672  | + 1              | + 14.037     | + 15    | 89.6             | 16.710       | + 1     | + 10.304         | + 11         | 94.6 | 18.040 | + 1 | + 5.621 | + 6  | 99.6 | 18.543 | + 1 | + 1 |
| 79.7    | 12.163           | 0            | + 16.417 | + 17             | 84.7         | 14.718  | + 1              | + 13.974     | + 14    | 89.7             | 16.744       | + 1     | + 10.218         | + 11         | 94.7 | 18.058 | + 1 | + 5.520 | + 6  | 99.7 | 18.544 | + 1 | + 1 |
| 79.8    | 12.218           | 0            | + 16.383 | + 17             | 84.8         | 14.765  | + 1              | + 13.911     | + 14    | 89.8             | 16.778       | + 1     | + 10.132         | + 11         | 94.8 | 18.076 | + 1 | + 5.419 | + 6  | 99.8 | 18.545 | + 1 | + 1 |
| 79.9    | 12.273           | 0            | + 16.348 | + 17             | 84.9         | 14.811  | + 1              | + 13.847     | + 14    | 89.9             | 16.811       | + 1     | + 10.046         | + 10         | 94.9 | 18     |     |         |      |      |        |     |     |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten I angesetzt.



## Tafel Xc.

vergl. pag. 248.

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_I$    | $A_I$     | $B_I$<br>( $g \sin G_I$ ) | $(g \cos G_I)$ | $f_I$    | $C$      | $D$     | $\log h$ | $H$      | $i$   |
|-----------|---------|----------|-----------|---------------------------|----------------|----------|----------|---------|----------|----------|-------|
| 0.0       | 0.2222  | 0.0000   | + 0.22327 | - 0.551                   | + 4.476        | + 10.287 | - 18.840 | - 0.339 | + 25     | 268 58.1 | + 0.5 |
| 0.1       | 0.2232  | 0.0000   | + 0.22396 | - 0.550                   | + 4.490        | + 10.318 | - 18.836 | - 0.468 | + 25     | 268 34.5 | + 0.5 |
| 0.2       | 0.2242  | 0.0000   | + 0.22464 | - 0.549                   | + 4.503        | + 10.350 | - 18.831 | - 0.598 | + 25     | 268 10.9 | + 0.5 |
| 0.3       | 0.2252  | 0.0000   | + 0.22533 | - 0.549                   | + 4.517        | + 10.382 | - 18.825 | - 0.727 | + 25     | 267 47.3 | + 0.5 |
| 0.4       | 0.2262  | 0.0000   | + 0.22601 | - 0.548                   | + 4.531        | + 10.413 | - 18.819 | - 0.856 | + 25     | 267 23.7 | + 0.4 |
| 0.5       | 0.2272  | 0.0000   | + 0.22670 | - 0.547                   | + 4.545        | + 10.445 | - 18.811 | - 0.985 | + 25     | 267 0.2  | + 0.4 |
| 0.6       | 0.2282  | 0.0000   | + 0.22739 | - 0.546                   | + 4.558        | + 10.476 | - 18.803 | - 1.114 | + 25     | 266 36.6 | + 0.4 |
| 0.7       | 0.2292  | 0.0000   | + 0.22808 | - 0.545                   | + 4.572        | + 10.508 | - 18.795 | - 1.243 | + 25     | 266 13.0 | + 0.4 |
| 0.8       | 0.2302  | 0.0000   | + 0.22876 | - 0.544                   | + 4.586        | + 10.540 | - 18.785 | - 1.372 | + 25     | 265 49.4 | + 0.4 |
| 0.9       | 0.2312  | 0.0000   | + 0.22945 | - 0.543                   | + 4.600        | + 10.571 | - 18.775 | - 1.500 | + 25     | 265 25.8 | + 0.4 |
| 1.0       | 0.2322  | 0.0000   | + 0.23014 | - 0.542                   | + 4.614        | + 10.603 | - 18.764 | - 1.629 | + 26     | 265 2.3  | + 0.4 |
| 1.1       | 0.2332  | 0.0000   | + 0.23083 | - 0.540                   | + 4.627        | + 10.635 | - 18.752 | - 1.757 | + 26     | 264 38.7 | + 0.4 |
| 1.2       | 0.2342  | 0.0000   | + 0.23152 | - 0.539                   | + 4.641        | + 10.667 | - 18.739 | - 1.886 | + 26     | 264 15.2 | + 0.4 |
| 1.3       | 0.2352  | 0.0000   | + 0.23222 | - 0.537                   | + 4.655        | + 10.698 | - 18.726 | - 2.014 | + 26     | 263 51.6 | + 0.4 |
| 1.4       | 0.2362  | 0.0000   | + 0.23291 | - 0.535                   | + 4.669        | + 10.730 | - 18.712 | - 2.142 | + 26     | 263 28.1 | + 0.4 |
| 1.5       | 0.2372  | 0.0000   | + 0.23360 | - 0.534                   | + 4.683        | + 10.762 | - 18.697 | - 2.270 | + 26     | 263 4.6  | + 0.4 |
| 1.6       | 0.2382  | 0.0000   | + 0.23430 | - 0.532                   | + 4.697        | + 10.794 | - 18.682 | - 2.398 | + 26     | 262 41.1 | + 0.4 |
| 1.7       | 0.2392  | 0.0000   | + 0.23499 | - 0.530                   | + 4.711        | + 10.826 | - 18.666 | - 2.526 | + 26     | 262 17.6 | + 0.4 |
| 1.8       | 0.2402  | 0.0000   | + 0.23569 | - 0.528                   | + 4.725        | + 10.858 | - 18.649 | - 2.654 | + 26     | 261 54.1 | + 0.3 |
| 1.9       | 0.2412  | 0.0000   | + 0.23639 | - 0.526                   | + 4.739        | + 10.890 | - 18.632 | - 2.781 | + 26     | 261 30.6 | + 0.3 |
| 2.0       | 0.2422  | 0.0000   | + 0.23709 | - 0.524                   | + 4.753        | + 10.923 | - 18.613 | - 2.909 | + 26     | 261 7.1  | + 0.3 |
| 2.1       | 0.2432  | 0.0000   | + 0.23779 | - 0.522                   | + 4.767        | + 10.955 | - 18.594 | - 3.036 | + 26     | 260 43.6 | + 0.3 |
| 2.2       | 0.2442  | - 0.0001 | + 0.23849 | - 0.519                   | + 4.781        | + 10.987 | - 18.574 | - 3.163 | + 26     | 260 20.2 | + 0.3 |
| 2.3       | 0.2452  | - 0.0001 | + 0.23919 | - 0.517                   | + 4.795        | + 11.020 | - 18.553 | - 3.290 | + 26     | 259 56.7 | + 0.3 |
| 2.4       | 0.2462  | - 0.0001 | + 0.23990 | - 0.515                   | + 4.809        | + 11.052 | - 18.532 | - 3.416 | + 26     | 259 33.3 | + 0.3 |
| 2.5       | 0.2472  | - 0.0001 | + 0.24060 | - 0.512                   | + 4.823        | + 11.085 | - 18.510 | - 3.543 | + 26     | 259 9.9  | + 0.3 |
| 2.6       | 0.2482  | - 0.0001 | + 0.24131 | - 0.509                   | + 4.838        | + 11.117 | - 18.488 | - 3.669 | + 26     | 258 46.5 | + 0.3 |
| 2.7       | 0.2492  | - 0.0001 | + 0.24202 | - 0.507                   | + 4.852        | + 11.150 | - 18.464 | - 3.795 | + 26     | 258 23.1 | + 0.3 |
| 2.8       | 0.2502  | - 0.0001 | + 0.24273 | - 0.504                   | + 4.866        | + 11.182 | - 18.440 | - 3.921 | + 26     | 257 59.7 | + 0.2 |
| 2.9       | 0.2512  | - 0.0001 | + 0.24344 | - 0.501                   | + 4.880        | + 11.215 | - 18.415 | - 4.047 | + 26     | 257 36.3 | + 0.2 |
| 3.0       | 0.2522  | - 0.0001 | + 0.24415 | - 0.498                   | + 4.895        | + 11.248 | - 18.389 | - 4.173 | + 26     | 257 12.9 | + 0.2 |
| 3.1       | 0.2532  | - 0.0001 | + 0.24487 | - 0.495                   | + 4.909        | + 11.281 | - 18.363 | - 4.298 | + 26     | 256 49.6 | + 0.2 |
| 3.2       | 0.2542  | - 0.0001 | + 0.24559 | - 0.492                   | + 4.923        | + 11.314 | - 18.336 | - 4.423 | + 26     | 256 26.3 | + 0.2 |
| 3.3       | 0.2552  | - 0.0001 | + 0.24631 | - 0.489                   | + 4.938        | + 11.347 | - 18.308 | - 4.548 | + 26     | 256 3.0  | + 0.2 |
| 3.4       | 0.2562  | - 0.0001 | + 0.24703 | - 0.486                   | + 4.952        | + 11.380 | - 18.280 | - 4.673 | + 26     | 255 39.6 | + 0.2 |
| 3.5       | 0.2572  | - 0.0001 | + 0.24775 | - 0.482                   | + 4.967        | + 11.413 | - 18.251 | - 4.797 | + 26     | 255 16.3 | + 0.2 |
| 3.6       | 0.2582  | - 0.0001 | + 0.24848 | - 0.479                   | + 4.981        | + 11.447 | - 18.221 | - 4.922 | + 26     | 254 53.0 | + 0.2 |
| 3.7       | 0.2592  | - 0.0001 | + 0.24920 | - 0.476                   | + 4.996        | + 11.480 | - 18.190 | - 5.046 | + 26     | 254 29.8 | + 0.2 |
| 3.8       | 0.2602  | - 0.0001 | + 0.24993 | - 0.472                   | + 5.010        | + 11.514 | - 18.159 | - 5.170 | + 26     | 254 6.5  | + 0.1 |
| 3.9       | 0.2612  | - 0.0001 | + 0.25066 | - 0.469                   | + 5.025        | + 11.547 | - 18.127 | - 5.293 | + 26     | 253 43.3 | + 0.1 |
| 4.0       | 0.2622  | - 0.0001 | + 0.25139 | - 0.465                   | + 5.040        | + 11.581 | - 18.094 | - 5.417 | + 26     | 253 20.1 | + 0.1 |
| 4.1       | 0.2632  | - 0.0001 | + 0.25213 | - 0.461                   | + 5.054        | + 11.615 | - 18.061 | - 5.540 | + 26     | 252 56.9 | + 0.1 |
| 4.2       | 0.2642  | - 0.0001 | + 0.25287 | - 0.457                   | + 5.069        | + 11.649 | - 18.026 | - 5.662 | + 26     | 252 33.7 | + 0.1 |
| 4.3       | 0.2652  | - 0.0001 | + 0.25361 | - 0.453                   | + 5.084        | + 11.683 | - 17.992 | - 5.785 | + 26     | 252 10.5 | + 0.1 |
| 4.4       | 0.2662  | - 0.0001 | + 0.25435 | - 0.449                   | + 5.099        | + 11.717 | - 17.956 | - 5.907 | + 26     | 251 47.4 | + 0.1 |
| 4.5       | 0.2672  | - 0.0001 | + 0.25509 | - 0.445                   | + 5.114        | + 11.751 | - 17.920 | - 6.029 | + 26     | 251 24.2 | + 0.1 |
| 4.6       | 0.2682  | - 0.0001 | + 0.25584 | - 0.441                   | + 5.129        | + 11.786 | - 17.883 | - 6.151 | + 26     | 251 1.1  | + 0.1 |
| 4.7       | 0.2692  | - 0.0001 | + 0.25659 | - 0.437                   | + 5.144        | + 11.820 | - 17.845 | - 6.273 | + 26     | 250 38.0 | + 0.1 |
| 4.8       | 0.2702  | - 0.0001 | + 0.25734 | - 0.433                   | + 5.159        | + 11.855 | - 17.807 | - 6.394 | + 26     | 250 14.9 | + 0.1 |
| 4.9       | 0.2712  | - 0.0001 | + 0.25809 | - 0.429                   | + 5.174        | + 11.889 | - 17.768 | - 6.515 | + 26     | 249 51.9 | + 0.1 |
| 5.0       | 0.2722  | - 0.0001 | + 0.25885 | - 0.424                   | + 5.189        | + 11.924 | - 17.728 | - 6.635 | + 26     | 249 28.8 | + 0.0 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

## Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_I$   | $A_I$    |    | $B_I$<br>( $g \sin G_I$ ) |   | ( $g \cos G_I$ ) $_I$ |    | $f_I$   |    | $C$     |     | $D$     |    | $\log h$ |     | $H$      |      | $i$    |
|-----------|---------|---------|----------|----|---------------------------|---|-----------------------|----|---------|----|---------|-----|---------|----|----------|-----|----------|------|--------|
| 5.0       | 0.2722  | -0.0001 | +0.25885 | -1 | -0.424                    | 0 | +5.189                | -2 | +11.924 | +7 | -17.728 | -10 | -6.635  | -4 | 1.27714  | +25 | 249.28.8 | 0.0  | -7.691 |
| 5.1       | 0.2732  | -0.0001 | +0.25960 | -1 | -0.420                    | 0 | +5.204                | -2 | +11.959 | +7 | -17.688 | -10 | -6.755  | -4 | 1.27725  | +25 | 249 5.8  | 0.0  | -7.674 |
| 5.2       | 0.2742  | -0.0001 | +0.26036 | -1 | -0.415                    | 0 | +5.219                | -2 | +11.994 | +7 | -17.647 | -10 | -6.875  | -4 | 1.27736  | +25 | 248 42.8 | 0.0  | -7.656 |
| 5.3       | 0.2752  | -0.0001 | +0.26113 | -1 | -0.411                    | 0 | +5.235                | -2 | +12.029 | +7 | -17.605 | -10 | -6.995  | -4 | 1.27748  | +25 | 248 19.8 | 0.0  | -7.637 |
| 5.4       | 0.2762  | -0.0001 | +0.26189 | -1 | -0.406                    | 0 | +5.250                | -2 | +12.064 | +7 | -17.563 | -10 | -7.115  | -4 | 1.27760  | +25 | 247 56.9 | 0.0  | -7.619 |
| 5.5       | 0.2772  | -0.0001 | +0.26266 | -1 | -0.402                    | 0 | +5.265                | -2 | +12.100 | +7 | -17.520 | -10 | -7.234  | -4 | 1.27772  | +25 | 247 33.9 | 0.0  | -7.600 |
| 5.6       | 0.2782  | -0.0001 | +0.26343 | -1 | -0.397                    | 0 | +5.281                | -2 | +12.135 | +7 | -17.476 | -10 | -7.352  | -4 | 1.27784  | +25 | 247 11.0 | 0.0  | -7.581 |
| 5.7       | 0.2792  | -0.0001 | +0.26421 | -1 | -0.392                    | 0 | +5.296                | -2 | +12.171 | +7 | -17.432 | -10 | -7.471  | -4 | 1.27795  | +25 | 246 48.1 | 0.0  | -7.562 |
| 5.8       | 0.2802  | -0.0001 | +0.26498 | -1 | -0.387                    | 0 | +5.312                | -2 | +12.207 | +8 | -17.387 | -10 | -7.589  | -5 | 1.27808  | +25 | 246 25.2 | 0.0  | -7.542 |
| 5.9       | 0.2812  | -0.0001 | +0.26576 | -1 | -0.382                    | 0 | +5.328                | -2 | +12.242 | +8 | -17.341 | -10 | -7.707  | -5 | 1.27821  | +25 | 246 2.3  | 0.0  | -7.523 |
| 6.0       | 0.2822  | -0.0001 | +0.26654 | -1 | -0.377                    | 0 | +5.343                | -2 | +12.278 | +8 | -17.295 | -10 | -7.824  | -5 | 1.27835  | +25 | 245 39.5 | 0.0  | -7.502 |
| 6.1       | 0.2832  | -0.0001 | +0.26733 | -1 | -0.372                    | 0 | +5.359                | -2 | +12.315 | +8 | -17.248 | -10 | -7.941  | -5 | 1.27848  | +25 | 245 16.7 | -0.1 | -7.482 |
| 6.2       | 0.2842  | -0.0001 | +0.26812 | -1 | -0.367                    | 0 | +5.375                | -2 | +12.351 | +8 | -17.200 | -10 | -8.058  | -5 | 1.27861  | +25 | 244 53.9 | -0.1 | -7.461 |
| 6.3       | 0.2852  | -0.0001 | +0.26891 | -1 | -0.362                    | 0 | +5.391                | -2 | +12.387 | +8 | -17.151 | -10 | -8.174  | -5 | 1.27875  | +25 | 244 31.1 | -0.1 | -7.440 |
| 6.4       | 0.2862  | -0.0002 | +0.26970 | -1 | -0.357                    | 0 | +5.407                | -2 | +12.424 | +8 | -17.102 | -10 | -8.290  | -5 | 1.27889  | +25 | 244 8.3  | -0.1 | -7.419 |
| 6.5       | 0.2872  | -0.0002 | +0.27050 | -1 | -0.352                    | 0 | +5.423                | -2 | +12.460 | +8 | -17.053 | -10 | -8.406  | -5 | 1.27903  | +25 | 243 45.6 | -0.1 | -7.398 |
| 6.6       | 0.2882  | -0.0002 | +0.27130 | -1 | -0.346                    | 0 | +5.439                | -2 | +12.497 | +8 | -17.002 | -10 | -8.521  | -5 | 1.27917  | +25 | 243 22.9 | -0.1 | -7.376 |
| 6.7       | 0.2892  | -0.0002 | +0.27210 | 0  | -0.341                    | 0 | +5.455                | -2 | +12.534 | +8 | -16.951 | -9  | -8.636  | -5 | 1.27932  | +25 | 243 0.2  | -0.1 | -7.354 |
| 6.8       | 0.2902  | -0.0002 | +0.27290 | 0  | -0.336                    | 0 | +5.471                | -2 | +12.571 | +8 | -16.900 | -9  | -8.751  | -6 | 1.27946  | +25 | 242 37.5 | -0.1 | -7.331 |
| 6.9       | 0.2912  | -0.0002 | +0.27371 | 0  | -0.330                    | 0 | +5.487                | -2 | +12.609 | +8 | -16.848 | -9  | -8.865  | -6 | 1.27961  | +25 | 242 14.9 | -0.1 | -7.308 |
| 7.0       | 0.2922  | -0.0002 | +0.27452 | 0  | -0.325                    | 0 | +5.503                | -2 | +12.646 | +8 | -16.795 | -9  | -8.979  | -6 | 1.27976  | +25 | 241 52.2 | -0.1 | -7.286 |
| 7.1       | 0.2932  | -0.0002 | +0.27534 | 0  | -0.319                    | 0 | +5.520                | -2 | +12.683 | +8 | -16.741 | -9  | -9.092  | -6 | 1.27991  | +25 | 241 29.6 | -0.2 | -7.262 |
| 7.2       | 0.2942  | -0.0002 | +0.27616 | 0  | -0.314                    | 0 | +5.536                | -2 | +12.721 | +8 | -16.687 | -9  | -9.205  | -6 | 1.28007  | +25 | 241 7.0  | -0.2 | -7.239 |
| 7.3       | 0.2952  | -0.0002 | +0.27698 | 0  | -0.308                    | 0 | +5.553                | -2 | +12.759 | +8 | -16.632 | -9  | -9.318  | -6 | 1.28022  | +25 | 240 44.5 | -0.2 | -7.215 |
| 7.4       | 0.2962  | -0.0002 | +0.27780 | 0  | -0.302                    | 0 | +5.569                | -2 | +12.797 | +8 | -16.577 | -9  | -9.430  | -6 | 1.28038  | +25 | 240 22.0 | -0.2 | -7.191 |
| 7.5       | 0.2972  | -0.0002 | +0.27863 | 0  | -0.297                    | 0 | +5.586                | -2 | +12.835 | +8 | -16.521 | -9  | -9.542  | -6 | 1.28054  | +25 | 239 59.4 | -0.2 | -7.167 |
| 7.6       | 0.2982  | -0.0002 | +0.27946 | 0  | -0.291                    | 0 | +5.602                | -2 | +12.873 | +8 | -16.464 | -9  | -9.653  | -6 | 1.28070  | +25 | 239 37.0 | -0.2 | -7.142 |
| 7.7       | 0.2992  | -0.0002 | +0.28029 | 0  | -0.285                    | 0 | +5.619                | -2 | +12.912 | +8 | -16.407 | -9  | -9.764  | -7 | 1.28086  | +24 | 239 14.5 | -0.2 | -7.117 |
| 7.8       | 0.3002  | -0.0002 | +0.28113 | 0  | -0.279                    | 0 | +5.636                | -2 | +12.950 | +8 | -16.349 | -8  | -9.875  | -7 | 1.28102  | +24 | 238 52.1 | -0.3 | -7.092 |
| 7.9       | 0.3012  | -0.0002 | +0.28197 | 0  | -0.273                    | 0 | +5.653                | -2 | +12.989 | +8 | -16.290 | -8  | -9.985  | -7 | 1.28119  | +24 | 238 29.6 | -0.3 | -7.067 |
| 8.0       | 0.3022  | -0.0002 | +0.28282 | 0  | -0.267                    | 0 | +5.670                | -2 | +13.028 | +8 | -16.231 | -8  | -10.095 | -7 | 1.28135  | +24 | 238 7.2  | -0.3 | -7.041 |
| 8.1       | 0.3032  | -0.0002 | +0.28366 | 0  | -0.261                    | 0 | +5.687                | -2 | +13.067 | +8 | -16.171 | -8  | -10.204 | -7 | 1.28152  | +24 | 237 44.9 | -0.3 | -7.015 |
| 8.2       | 0.3042  | -0.0002 | +0.28451 | 0  | -0.255                    | 0 | +5.704                | -2 | +13.106 | +8 | -16.111 | -8  | -10.313 | -7 | 1.28169  | +24 | 237 22.5 | -0.3 | -6.989 |
| 8.3       | 0.3052  | -0.0002 | +0.28537 | 0  | -0.249                    | 0 | +5.721                | -2 | +13.145 | +8 | -16.050 | -8  | -10.422 | -7 | 1.28186  | +24 | 237 0.2  | -0.3 | -6.962 |
| 8.4       | 0.3062  | -0.0002 | +0.28622 | 0  | -0.243                    | 0 | +5.738                | -2 | +13.185 | +9 | -15.988 | -8  | -10.530 | -7 | 1.28203  | +24 | 236 37.9 | -0.3 | -6.936 |
| 8.5       | 0.3072  | -0.0002 | +0.28709 | 0  | -0.237                    | 0 | +5.755                | -2 | +13.224 | +9 | -15.926 | -8  | -10.637 | -7 | 1.28221  | +24 | 236 15.6 | -0.3 | -6.909 |
| 8.6       | 0.3082  | -0.0002 | +0.28795 | 0  | -0.231                    | 0 | +5.773                | -2 | +13.264 | +9 | -15.863 | -8  | -10.744 | -7 | 1.28238  | +24 | 235 53.4 | -0.3 | -6.881 |
| 8.7       | 0.3092  | -0.0002 | +0.28882 | 0  | -0.225                    | 0 | +5.790                | -2 | +13.304 | +9 | -15.800 | -8  | -10.851 | -7 | 1.28256  | +24 | 235 31.2 | -0.3 | -6.854 |
| 8.8       | 0.3102  | -0.0002 | +0.28969 | 0  | -0.219                    | 0 | +5.807                | -2 | +13.344 | +9 | -15.736 | -8  | -10.957 | -8 | 1.28273  | +24 | 235 9.0  | -0.3 | -6.826 |
| 8.9       | 0.3112  | -0.0002 | +0.29056 | 0  | -0.212                    | 0 | +5.825                | -2 | +13.385 | +9 | -15.671 | -7  | -11.063 | -8 | 1.28291  | +24 | 234 46.8 | -0.3 | -6.798 |
| 9.0       | 0.3122  | -0.0002 | +0.29144 | 0  | -0.206                    | 0 | +5.843                | -2 | +13.425 | +9 | -15.606 | -7  | -11.169 | -8 | 1.28309  | +24 | 234 24.6 | -0.3 | -6.770 |
| 9.1       | 0.3132  | -0.0002 | +0.29232 | 0  | -0.200                    | 0 | +5.860                | -2 | +13.466 | +9 | -15.540 | -7  | -11.273 | -8 | 1.28327  | +24 | 234 2.5  | -0.4 | -6.741 |
| 9.2       | 0.3142  | -0.0002 | +0.29321 | 0  | -0.193                    | 0 | +5.878                | -2 | +13.506 | +9 | -15.474 | -7  | -11.378 | -8 | 1.28345  | +24 | 233 40.4 | -0.4 | -6.713 |
| 9.3       | 0.3152  | -0.0002 | +0.29410 | 0  | -0.187                    | 0 | +5.896                | -2 | +13.547 | +9 | -15.407 | -7  | -11.482 | -8 | 1.28364  | +23 | 233 18.3 | -0.4 | -6.683 |
| 9.4       | 0.3162  | -0.0002 | +0.29499 | 0  | -0.180                    | 0 | +5.914                | -2 | +13.588 | +9 | -15.339 | -7  | -11.585 | -8 | 1.28382  | +23 | 232 56.3 | -0.4 | -6.654 |
| 9.5       | 0.3172  | -0.0002 | +0.29589 | +1 | -0.174                    | 0 | +5.932                | -2 | +13.630 | +9 | -15.271 | -7  | -11.688 | -8 | 1.28300  | +23 | 232 34.2 | -0.4 | -6.625 |
| 9.6       | 0.3182  | -0.0002 | +0.29679 | +1 | -0.168                    | 0 | +5.950                | -2 | +13.671 | +9 | -15.203 | -7  | -11.791 | -8 | 1.28419  | +23 | 232 12.2 | -0.4 | -6.595 |
| 9.7       | 0.3192  | -0.0002 | +0.29769 | +1 | -0.161                    | 0 | +5.968                | -2 | +13.713 | +9 | -15.133 | -7  | -11.893 | -8 | 1.28437  | +23 | 231 50.2 | -0.4 | -6.565 |
| 9.8       | 0.3202  | -0.0002 | +0.29860 | +1 | -0.155                    | 0 | +5.986                | -2 | +13.754 | +9 | -15.064 | -7  | -11.994 | -8 | 1.28456  | +23 | 231 28.3 | -0.4 | -6.535 |
| 9.9       | 0.3212  | -0.0002 | +0.29951 | +1 | -0.148                    | 0 | +6.004                | -2 | +13.796 | +9 | -14.993 | -6  | -12.096 | -8 | 1.28475  | +23 | 231 6.4  | -0.4 | -6.504 |
| 10.0      | 0.3222  | -0.0002 | +0.30042 | +1 | -0.142                    | 0 | +6.022                | -2 | +13.838 | +9 | -14.922 | -6  | -12.196 | -8 | 1.28494  | +23 | 230 44.5 | -0.4 | -6.473 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decima angesetzt.



Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_I$   | $A_I$    | $B_I$<br>( $g \sin G_I$ ) | $(g \cos G)_I$ | $f_I$ | $C$    | $D$ | $\log h$ | $H$ | $i$     |    |         |     |         |     |          |      |        |    |
|-----------|---------|---------|----------|---------------------------|----------------|-------|--------|-----|----------|-----|---------|----|---------|-----|---------|-----|----------|------|--------|----|
| 10.0      | 0.3222  | -0.0002 | +0.30042 | +1                        | -0.142         | 0     | +6.022 | -2  | +13.838  | +9  | -14.922 | -6 | -12.196 | -8  | 1.28494 | +23 | 230.44.5 | -0.4 | -6.473 | +1 |
| 10.1      | 0.3232  | -0.0002 | +0.30134 | +1                        | -0.135         | 0     | +6.041 | -2  | +13.881  | +9  | -14.851 | -6 | -12.296 | -9  | 1.28512 | +23 | 230.22.6 | -0.4 | -6.442 | +2 |
| 10.2      | 0.3242  | -0.0002 | +0.30226 | +1                        | -0.129         | 0     | +6.059 | -2  | +13.923  | +9  | -14.779 | -6 | -12.396 | -9  | 1.28531 | +23 | 230.0.7  | -0.4 | -6.411 | +2 |
| 10.3      | 0.3252  | -0.0002 | +0.30318 | +1                        | -0.122         | 0     | +6.078 | -2  | +13.966  | +9  | -14.706 | -6 | -12.495 | -9  | 1.28550 | +23 | 229.38.9 | -0.5 | -6.380 | +2 |
| 10.4      | 0.3262  | -0.0002 | +0.30411 | +1                        | -0.115         | 0     | +6.096 | -2  | +14.009  | +10 | -14.633 | -6 | -12.593 | -9  | 1.28569 | +23 | 229.17.1 | -0.5 | -6.348 | +2 |
| 10.5      | 0.3272  | -0.0002 | +0.30504 | +1                        | -0.109         | 0     | +6.115 | -2  | +14.051  | +10 | -14.559 | -6 | -12.691 | -9  | 1.28588 | +23 | 228.55.3 | -0.5 | -6.316 | +2 |
| 10.6      | 0.3282  | -0.0002 | +0.30598 | +1                        | -0.102         | 0     | +6.134 | -2  | +14.095  | +10 | -14.485 | -6 | -12.789 | -9  | 1.28607 | +23 | 228.33.6 | -0.5 | -6.284 | +2 |
| 10.7      | 0.3292  | -0.0002 | +0.30692 | +1                        | -0.095         | 0     | +6.153 | -2  | +14.138  | +10 | -14.410 | -6 | -12.886 | -9  | 1.28627 | +23 | 228.11.8 | -0.5 | -6.251 | +2 |
| 10.8      | 0.3302  | -0.0002 | +0.30786 | +1                        | -0.089         | 0     | +6.172 | -2  | +14.181  | +10 | -14.335 | -6 | -12.982 | -9  | 1.28646 | +22 | 227.50.1 | -0.5 | -6.219 | +2 |
| 10.9      | 0.3312  | -0.0002 | +0.30881 | +1                        | -0.082         | 0     | +6.191 | -2  | +14.225  | +10 | -14.259 | -5 | -13.078 | -9  | 1.28665 | +22 | 227.28.5 | -0.5 | -6.186 | +2 |
| 11.0      | 0.3322  | -0.0002 | +0.30976 | +1                        | -0.075         | 0     | +6.210 | -2  | +14.269  | +10 | -14.183 | -5 | -13.174 | -9  | 1.28684 | +22 | 227.6.8  | -0.5 | -6.153 | +2 |
| 11.1      | 0.3332  | -0.0002 | +0.31071 | +1                        | -0.069         | 0     | +6.229 | -2  | +14.313  | +10 | -14.106 | -5 | -13.268 | -9  | 1.28704 | +22 | 226.45.2 | -0.5 | -6.119 | +2 |
| 11.2      | 0.3342  | -0.0002 | +0.31167 | +1                        | -0.062         | 0     | +6.248 | -2  | +14.357  | +10 | -14.029 | -5 | -13.363 | -9  | 1.28723 | +22 | 226.23.6 | -0.5 | -6.086 | +2 |
| 11.3      | 0.3352  | -0.0002 | +0.31263 | +2                        | -0.055         | 0     | +6.267 | -2  | +14.401  | +10 | -13.951 | -5 | -13.457 | -9  | 1.28742 | +22 | 226.2.0  | -0.5 | -6.052 | +2 |
| 11.4      | 0.3362  | -0.0002 | +0.31360 | +2                        | -0.049         | 0     | +6.287 | -2  | +14.446  | +10 | -13.872 | -5 | -13.550 | -9  | 1.28762 | +22 | 225.40.4 | -0.5 | -6.018 | +2 |
| 11.5      | 0.3372  | -0.0002 | +0.31457 | +2                        | -0.042         | 0     | +6.306 | -2  | +14.490  | +10 | -13.793 | -5 | -13.643 | -9  | 1.28781 | +22 | 225.18.9 | -0.6 | -5.984 | +2 |
| 11.6      | 0.3382  | -0.0002 | +0.31554 | +2                        | -0.035         | 0     | +6.326 | -2  | +14.535  | +10 | -13.714 | -5 | -13.735 | -9  | 1.28801 | +22 | 224.57.4 | -0.6 | -5.949 | +2 |
| 11.7      | 0.3392  | -0.0002 | +0.31651 | +2                        | -0.029         | 0     | +6.345 | -2  | +14.580  | +10 | -13.634 | -4 | -13.826 | -9  | 1.28820 | +22 | 224.35.9 | -0.6 | -5.915 | +2 |
| 11.8      | 0.3402  | -0.0002 | +0.31749 | +2                        | -0.022         | 0     | +6.365 | -2  | +14.625  | +10 | -13.554 | -4 | -13.917 | -9  | 1.28840 | +22 | 224.14.5 | -0.6 | -5.880 | +2 |
| 11.9      | 0.3412  | -0.0002 | +0.31848 | +2                        | -0.015         | 0     | +6.385 | -2  | +14.670  | +10 | -13.473 | -4 | -14.008 | -9  | 1.28859 | +22 | 223.53.1 | -0.6 | -5.845 | +2 |
| 12.0      | 0.3422  | -0.0002 | +0.31947 | +2                        | -0.008         | 0     | +6.404 | -2  | +14.716  | +10 | -13.391 | -4 | -14.098 | -9  | 1.28879 | +22 | 223.31.7 | -0.6 | -5.809 | +2 |
| 12.1      | 0.3432  | -0.0002 | +0.32046 | +2                        | -0.002         | 0     | +6.424 | -2  | +14.762  | +11 | -13.309 | -4 | -14.187 | -10 | 1.28898 | +22 | 223.10.3 | -0.6 | -5.774 | +2 |
| 12.2      | 0.3442  | -0.0002 | +0.32145 | +2                        | +0.005         | 0     | +6.444 | -2  | +14.807  | +11 | -13.227 | -4 | -14.276 | -10 | 1.28918 | +22 | 222.48.9 | -0.6 | -5.738 | +2 |
| 12.3      | 0.3452  | -0.0002 | +0.32245 | +2                        | +0.012         | 0     | +6.464 | -2  | +14.853  | +11 | -13.144 | -4 | -14.364 | -10 | 1.28937 | +22 | 222.27.6 | -0.6 | -5.702 | +2 |
| 12.4      | 0.3462  | -0.0002 | +0.32345 | +2                        | +0.018         | 0     | +6.484 | -2  | +14.900  | +11 | -13.060 | -4 | -14.452 | -10 | 1.28957 | +22 | 222.6.3  | -0.6 | -5.666 | +2 |
| 12.5      | 0.3472  | -0.0002 | +0.32446 | +2                        | +0.025         | 0     | +6.504 | -2  | +14.946  | +11 | -12.977 | -4 | -14.539 | -10 | 1.28976 | +21 | 221.45.0 | -0.7 | -5.629 | +2 |
| 12.6      | 0.3482  | -0.0002 | +0.32547 | +2                        | +0.032         | 0     | +6.525 | -2  | +14.992  | +11 | -12.892 | -3 | -14.625 | -10 | 1.28996 | +21 | 221.23.8 | -0.7 | -5.593 | +2 |
| 12.7      | 0.3492  | -0.0002 | +0.32648 | +3                        | +0.038         | 0     | +6.545 | -2  | +15.039  | +11 | -12.807 | -3 | -14.711 | -10 | 1.29015 | +21 | 221.2.6  | -0.7 | -5.556 | +2 |
| 12.8      | 0.3502  | -0.0002 | +0.32750 | +3                        | +0.045         | 0     | +6.565 | -2  | +15.086  | +11 | -12.722 | -3 | -14.797 | -10 | 1.29035 | +21 | 220.41.4 | -0.7 | -5.519 | +2 |
| 12.9      | 0.3512  | -0.0002 | +0.32852 | +3                        | +0.052         | 0     | +6.586 | -2  | +15.133  | +11 | -12.636 | -3 | -14.881 | -10 | 1.29054 | +21 | 220.20.2 | -0.7 | -5.482 | +2 |
| 13.0      | 0.3522  | -0.0002 | +0.32955 | +3                        | +0.058         | 0     | +6.606 | -2  | +15.180  | +11 | -12.550 | -3 | -14.965 | -10 | 1.29073 | +21 | 219.59.0 | -0.7 | -5.444 | +2 |
| 13.1      | 0.3532  | -0.0002 | +0.33057 | +3                        | +0.065         | 0     | +6.627 | -2  | +15.228  | +11 | -12.463 | -3 | -15.049 | -10 | 1.29093 | +21 | 219.37.9 | -0.7 | -5.407 | +2 |
| 13.2      | 0.3542  | -0.0002 | +0.33161 | +3                        | +0.072         | 0     | +6.648 | -2  | +15.275  | +11 | -12.376 | -3 | -15.132 | -10 | 1.29112 | +21 | 219.16.8 | -0.7 | -5.369 | +2 |
| 13.3      | 0.3552  | -0.0002 | +0.33264 | +3                        | +0.078         | 0     | +6.669 | -2  | +15.323  | +11 | -12.289 | -3 | -15.214 | -10 | 1.29131 | +21 | 218.55.7 | -0.7 | -5.331 | +2 |
| 13.4      | 0.3562  | -0.0002 | +0.33368 | +3                        | +0.085         | 0     | +6.689 | -2  | +15.371  | +11 | -12.201 | -2 | -15.296 | -10 | 1.29150 | +21 | 218.34.6 | -0.7 | -5.293 | +2 |
| 13.5      | 0.3572  | -0.0002 | +0.33472 | +3                        | +0.091         | 0     | +6.710 | -2  | +15.419  | +11 | -12.112 | -2 | -15.377 | -10 | 1.29169 | +21 | 218.13.6 | -0.7 | -5.254 | +2 |
| 13.6      | 0.3582  | -0.0002 | +0.33577 | +3                        | +0.098         | 0     | +6.731 | -2  | +15.467  | +11 | -12.023 | -2 | -15.458 | -10 | 1.29189 | +20 | 217.52.6 | -0.7 | -5.216 | +2 |
| 13.7      | 0.3592  | -0.0002 | +0.33682 | +3                        | +0.105         | 0     | +6.752 | -2  | +15.515  | +12 | -11.934 | -2 | -15.538 | -10 | 1.29208 | +20 | 217.31.6 | -0.8 | -5.177 | +2 |
| 13.8      | 0.3602  | -0.0002 | +0.33787 | +3                        | +0.111         | 0     | +6.773 | -2  | +15.564  | +12 | -11.844 | -2 | -15.617 | -10 | 1.29227 | +20 | 217.10.6 | -0.8 | -5.138 | +2 |
| 13.9      | 0.3612  | -0.0002 | +0.33893 | +3                        | +0.118         | 0     | +6.795 | -2  | +15.613  | +12 | -11.754 | -2 | -15.696 | -10 | 1.29245 | +20 | 216.49.7 | -0.8 | -5.099 | +2 |
| 14.0      | 0.3622  | -0.0002 | +0.33999 | +4                        | +0.124         | +1    | +6.816 | -2  | +15.662  | +12 | -11.663 | -2 | -15.774 | -10 | 1.29264 | +20 | 216.28.8 | -0.8 | -5.059 | +2 |
| 14.1      | 0.3632  | -0.0002 | +0.34106 | +4                        | +0.131         | +1    | +6.837 | -2  | +15.711  | +12 | -11.572 | -2 | -15.851 | -10 | 1.29283 | +20 | 216.7.9  | -0.8 | -5.020 | +2 |
| 14.2      | 0.3642  | -0.0002 | +0.34213 | +4                        | +0.137         | +1    | +6.859 | -2  | +15.760  | +12 | -11.480 | -1 | -15.928 | -10 | 1.29302 | +20 | 215.47.0 | -0.8 | -4.980 | +3 |
| 14.3      | 0.3652  | -0.0002 | +0.34320 | +4                        | +0.143         | +1    | +6.880 | -2  | +15.809  | +12 | -11.389 | -1 | -16.004 | -10 | 1.29320 | +20 | 215.26.1 | -0.8 | -4.940 | +3 |
| 14.4      | 0.3662  | -0.0002 | +0.34427 | +4                        | +0.150         | +1    | +6.902 | -2  | +15.859  | +12 | -11.296 | -1 | -16.080 | -10 | 1.29339 | +20 | 215.5.3  | -0.8 | -4.900 | +3 |
| 14.5      | 0.3672  | -0.0002 | +0.34535 | +4                        | +0.156         | +1    | +6.923 | -2  | +15.908  | +12 | -11.204 | -1 | -16.155 | -10 | 1.29358 | +19 | 214.44.5 | -0.8 | -4.860 | +3 |
| 14.6      | 0.3682  | -0.0002 | +0.34643 | +4                        | +0.163         | +1    | +6.945 | -2  | +15.958  | +12 | -11.110 | -1 | -16.229 | -10 | 1.29376 | +19 | 214.23.7 | -0.8 | -4.820 | +3 |
| 14.7      | 0.3692  | -0.0002 | +0.34752 | +4                        | +0.169         | +1    | +6.967 | -2  | +16.008  | +12 | -11.017 | -1 | -16.303 | -10 | 1.29394 | +19 | 214.2.9  | -0.8 | -4.779 | +3 |
| 14.8      | 0.3702  | -0.0002 | +0.34861 | +4                        | +0.175         | +1    | +6.989 | -2  | +16.059  | +12 | -10.923 | -1 | -16.376 | -10 | 1.29412 | +19 | 213.42.2 | -0.8 | -4.738 | +3 |
| 14.9      | 0.3712  | -0.0002 | +0.34970 | +4                        | +0.182         | +1    | +7.010 | -2  | +16.109  | +12 | -10.828 | -1 | -16.448 | -10 | 1.29431 | +19 | 213.21.5 | -0.8 | -4.697 | +3 |
| 15.0      | 0.3722  | -0.0002 | +0.35079 | +4                        | +0.188         | +1    | +7.032 | -2  | +16.159  | +12 | -10.734 | -1 | -16.520 | -10 | 1.29449 | +19 | 213.0.8  | -0.9 | -4.656 | +3 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multiplizieren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_I$   | $A_I$    | $B_I$<br>( $g \sin \delta_I$ ) | ( $g \cos \delta_I$ ) | $f_I$ | $C$    | $D$ | $\log h$ | $H$ | $i$     |    |         |     |         |     |           |      |        |
|-----------|---------|---------|----------|--------------------------------|-----------------------|-------|--------|-----|----------|-----|---------|----|---------|-----|---------|-----|-----------|------|--------|
| 15.0      | 0.3722  | -0.0002 | +0.35079 | +4                             | +0.188                | +1    | +7.032 | -2  | +16.159  | +12 | -10.734 | -1 | -16.520 | -10 | 1.29440 | +19 | 213° 0'8" | -0.9 | -4.654 |
| 15.1      | 0.3732  | -0.0002 | +0.35189 | +4                             | +0.194                | +1    | +7.054 | -2  | +16.210  | +12 | -10.638 | 0  | -16.591 | -10 | 1.29466 | +19 | 212 40.1  | -0.9 | -4.611 |
| 15.2      | 0.3742  | -0.0002 | +0.35300 | +4                             | +0.200                | +1    | +7.076 | -2  | +16.261  | +13 | -10.543 | 0  | -16.662 | -10 | 1.29484 | +19 | 212 19.4  | -0.9 | -4.571 |
| 15.3      | 0.3752  | -0.0002 | +0.35410 | +5                             | +0.206                | +1    | +7.099 | -2  | +16.312  | +13 | -10.447 | 0  | -16.731 | -10 | 1.29502 | +19 | 211 58.8  | -0.9 | -4.531 |
| 15.4      | 0.3762  | -0.0002 | +0.35521 | +5                             | +0.212                | +1    | +7.121 | -2  | +16.363  | +13 | -10.351 | 0  | -16.801 | -10 | 1.29520 | +19 | 211 38.2  | -0.9 | -4.491 |
| 15.5      | 0.3772  | -0.0002 | +0.35632 | +5                             | +0.218                | +1    | +7.143 | -2  | +16.414  | +13 | -10.254 | 0  | -16.869 | -10 | 1.29537 | +19 | 211 17.6  | -0.9 | -4.441 |
| 15.6      | 0.3782  | -0.0002 | +0.35744 | +5                             | +0.224                | +1    | +7.166 | -2  | +16.466  | +13 | -10.157 | 0  | -16.937 | -10 | 1.29555 | +18 | 210 57.0  | -0.9 | -4.401 |
| 15.7      | 0.3792  | -0.0002 | +0.35856 | +5                             | +0.231                | +1    | +7.188 | -2  | +16.517  | +13 | -10.060 | 0  | -17.004 | -10 | 1.29572 | +18 | 210 36.5  | -0.9 | -4.361 |
| 15.8      | 0.3802  | -0.0002 | +0.35968 | +5                             | +0.237                | +1    | +7.211 | -2  | +16.569  | +13 | -9.962  | 0  | -17.071 | -10 | 1.29589 | +18 | 210 16.0  | -0.9 | -4.321 |
| 15.9      | 0.3812  | -0.0002 | +0.36081 | +5                             | +0.242                | +1    | +7.233 | -2  | +16.621  | +13 | -9.864  | 0  | -17.137 | -10 | 1.29606 | +18 | 209 55.5  | -0.9 | -4.271 |
| 16.0      | 0.3822  | -0.0002 | +0.36194 | +5                             | +0.248                | +1    | +7.256 | -2  | +16.673  | +13 | -9.765  | +1 | -17.202 | -10 | 1.29623 | +18 | 209 35.0  | -0.9 | -4.231 |
| 16.1      | 0.3832  | -0.0002 | +0.36307 | +5                             | +0.254                | +1    | +7.278 | -2  | +16.725  | +13 | -9.666  | +1 | -17.266 | -10 | 1.29640 | +18 | 209 14.5  | -0.9 | -4.191 |
| 16.2      | 0.3842  | -0.0002 | +0.36420 | +5                             | +0.260                | +1    | +7.301 | -2  | +16.777  | +13 | -9.567  | +1 | -17.330 | -10 | 1.29657 | +18 | 208 54.1  | -0.9 | -4.151 |
| 16.3      | 0.3852  | -0.0002 | +0.36534 | +5                             | +0.266                | +1    | +7.324 | -2  | +16.830  | +13 | -9.468  | +1 | -17.393 | -10 | 1.29673 | +18 | 208 33.7  | -0.9 | -4.111 |
| 16.4      | 0.3862  | -0.0002 | +0.36648 | +5                             | +0.272                | +1    | +7.347 | -2  | +16.882  | +13 | -9.368  | +1 | -17.456 | -10 | 1.29690 | +18 | 208 13.3  | -0.9 | -4.061 |
| 16.5      | 0.3872  | -0.0002 | +0.36763 | +6                             | +0.277                | +1    | +7.370 | -2  | +16.935  | +13 | -9.268  | +1 | -17.517 | -10 | 1.29706 | +17 | 207 52.9  | -1.0 | -4.021 |
| 16.6      | 0.3882  | -0.0002 | +0.36878 | +6                             | +0.283                | +1    | +7.393 | -2  | +16.988  | +13 | -9.167  | +1 | -17.579 | -10 | 1.29722 | +17 | 207 32.5  | -1.0 | -3.977 |
| 16.7      | 0.3892  | -0.0002 | +0.36993 | +6                             | +0.288                | +1    | +7.416 | -2  | +17.041  | +14 | -9.066  | +1 | -17.639 | -10 | 1.29738 | +17 | 207 12.2  | -1.0 | -3.933 |
| 16.8      | 0.3902  | -0.0002 | +0.37108 | +6                             | +0.294                | +1    | +7.439 | -2  | +17.094  | +14 | -8.965  | +2 | -17.699 | -10 | 1.29754 | +17 | 206 51.8  | -1.0 | -3.888 |
| 16.9      | 0.3912  | -0.0002 | +0.37224 | +6                             | +0.300                | +1    | +7.462 | -2  | +17.148  | +14 | -8.864  | +2 | -17.758 | -10 | 1.29770 | +17 | 206 31.5  | -1.0 | -3.845 |
| 17.0      | 0.3922  | -0.0002 | +0.37340 | +6                             | +0.305                | +1    | +7.485 | -2  | +17.201  | +14 | -8.762  | +2 | -17.816 | -9  | 1.29785 | +17 | 206 11.2  | -1.0 | -3.801 |
| 17.1      | 0.3932  | -0.0002 | +0.37456 | +6                             | +0.310                | +1    | +7.509 | -2  | +17.255  | +14 | -8.660  | +2 | -17.874 | -9  | 1.29801 | +17 | 205 51.0  | -1.0 | -3.757 |
| 17.2      | 0.3942  | -0.0002 | +0.37573 | +6                             | +0.316                | +1    | +7.532 | -2  | +17.309  | +14 | -8.557  | +2 | -17.931 | -9  | 1.29816 | +17 | 205 30.7  | -1.0 | -3.712 |
| 17.3      | 0.3952  | -0.0002 | +0.37690 | +6                             | +0.321                | +1    | +7.556 | -2  | +17.362  | +14 | -8.455  | +2 | -17.987 | -9  | 1.29831 | +16 | 205 10.5  | -1.0 | -3.668 |
| 17.4      | 0.3962  | -0.0002 | +0.37807 | +6                             | +0.326                | 0     | +7.579 | -2  | +17.417  | +14 | -8.352  | +2 | -18.043 | -9  | 1.29846 | +16 | 204 50.3  | -1.0 | -3.623 |
| 17.5      | 0.3972  | -0.0002 | +0.37924 | +6                             | +0.332                | 0     | +7.603 | -2  | +17.471  | +14 | -8.248  | +2 | -18.098 | -9  | 1.29861 | +16 | 204 30.1  | -1.0 | -3.578 |
| 17.6      | 0.3982  | -0.0002 | +0.38042 | +6                             | +0.337                | 0     | +7.626 | -2  | +17.525  | +14 | -8.145  | +2 | -18.152 | -9  | 1.29876 | +16 | 204 9.9   | -1.0 | -3.533 |
| 17.7      | 0.3992  | -0.0002 | +0.38160 | +7                             | +0.342                | 0     | +7.650 | -2  | +17.579  | +14 | -8.041  | +3 | -18.206 | -9  | 1.29890 | +16 | 203 49.7  | -1.1 | -3.488 |
| 17.8      | 0.4002  | -0.0002 | +0.38278 | +7                             | +0.347                | 0     | +7.674 | -2  | +17.634  | +14 | -7.936  | +3 | -18.259 | -9  | 1.29905 | +16 | 203 29.6  | -1.1 | -3.443 |
| 17.9      | 0.4012  | -0.0002 | +0.38397 | +7                             | +0.352                | 0     | +7.697 | -2  | +17.688  | +14 | -7.832  | +3 | -18.311 | -9  | 1.29919 | +16 | 203 9.5   | -1.1 | -3.397 |
| 18.0      | 0.4022  | -0.0002 | +0.38516 | +7                             | +0.357                | 0     | +7.721 | -2  | +17.743  | +14 | -7.727  | +3 | -18.362 | -9  | 1.29933 | +16 | 202 49.3  | -1.1 | -3.352 |
| 18.1      | 0.4032  | -0.0002 | +0.38635 | +7                             | +0.362                | 0     | +7.745 | -2  | +17.798  | +14 | -7.622  | +3 | -18.413 | -9  | 1.29947 | +16 | 202 29.2  | -1.1 | -3.307 |
| 18.2      | 0.4042  | -0.0002 | +0.38754 | +7                             | +0.367                | 0     | +7.769 | -2  | +17.853  | +15 | -7.517  | +3 | -18.463 | -9  | 1.29961 | +15 | 202 9.2   | -1.1 | -3.261 |
| 18.3      | 0.4052  | -0.0002 | +0.38874 | +7                             | +0.372                | 0     | +7.793 | -2  | +17.908  | +15 | -7.411  | +3 | -18.512 | -9  | 1.29974 | +15 | 201 49.1  | -1.1 | -3.215 |
| 18.4      | 0.4062  | -0.0001 | +0.38994 | +7                             | +0.376                | 0     | +7.817 | -2  | +17.964  | +15 | -7.305  | +3 | -18.561 | -9  | 1.29988 | +15 | 201 29.0  | -1.1 | -3.166 |
| 18.5      | 0.4072  | -0.0001 | +0.39114 | +7                             | +0.381                | 0     | +7.841 | -2  | +18.019  | +15 | -7.199  | +4 | -18.609 | -9  | 1.30001 | +15 | 201 9.0   | -1.1 | -3.121 |
| 18.6      | 0.4082  | -0.0001 | +0.39234 | +7                             | +0.386                | 0     | +7.865 | -2  | +18.075  | +15 | -7.093  | +4 | -18.656 | -9  | 1.30014 | +15 | 200 49.0  | -1.1 | -3.077 |
| 18.7      | 0.4092  | -0.0001 | +0.39355 | +7                             | +0.390                | 0     | +7.889 | -2  | +18.130  | +15 | -6.986  | +4 | -18.703 | -9  | 1.30027 | +15 | 200 29.0  | -1.1 | -3.031 |
| 18.8      | 0.4102  | -0.0001 | +0.39476 | +7                             | +0.395                | 0     | +7.914 | -2  | +18.186  | +15 | -6.880  | +4 | -18.748 | -9  | 1.30040 | +15 | 200 9.0   | -1.1 | -2.984 |
| 18.9      | 0.4112  | -0.0001 | +0.39597 | +8                             | +0.399                | 0     | +7.938 | -2  | +18.242  | +15 | -6.772  | +4 | -18.794 | -9  | 1.30052 | +15 | 199 49.0  | -1.2 | -2.938 |
| 19.0      | 0.4122  | -0.0001 | +0.39718 | +8                             | +0.404                | 0     | +7.962 | -2  | +18.298  | +15 | -6.665  | +4 | -18.838 | -9  | 1.30064 | +14 | 199 29.1  | -1.2 | -2.891 |
| 19.1      | 0.4132  | -0.0001 | +0.39840 | +8                             | +0.408                | 0     | +7.987 | -2  | +18.354  | +15 | -6.558  | +4 | -18.881 | -8  | 1.30076 | +14 | 199 9.1   | -1.2 | -2.841 |
| 19.2      | 0.4142  | -0.0001 | +0.39962 | +8                             | +0.412                | 0     | +8.011 | -2  | +18.410  | +15 | -6.450  | +4 | -18.924 | -8  | 1.30088 | +14 | 198 49.2  | -1.2 | -2.791 |
| 19.3      | 0.4152  | -0.0001 | +0.40084 | +8                             | +0.416                | 0     | +8.036 | -2  | +18.466  | +15 | -6.342  | +4 | -18.967 | -8  | 1.30100 | +14 | 198 29.3  | -1.2 | -2.751 |
| 19.4      | 0.4162  | -0.0001 | +0.40206 | +8                             | +0.421                | 0     | +8.060 | -2  | +18.522  | +15 | -6.233  | +5 | -19.008 | -8  | 1.30112 | +14 | 198 9.4   | -1.2 | -2.704 |
| 19.5      | 0.4172  | -0.0001 | +0.40329 | +8                             | +0.425                | 0     | +8.085 | -2  | +18.579  | +15 | -6.125  | +5 | -19.049 | -8  | 1.30123 | +14 | 197 49.5  | -1.2 | -2.655 |
| 19.6      | 0.4182  | -0.0001 | +0.40451 | +8                             | +0.429                | 0     | +8.109 | -2  | +18.635  | +15 | -6.016  | +5 | -19.089 | -8  | 1.30134 | +14 | 197 29.6  | -1.2 | -2.611 |
| 19.7      | 0.4192  | -0.0001 | +0.40574 | +8                             | +0.433                | 0     | +8.134 | -2  | +18.692  | +16 | -5.907  | +5 | -19.128 | -8  | 1.30145 | +14 | 197 9.8   | -1.2 | -2.563 |
| 19.8      | 0.4202  | -0.0001 | +0.40697 | +8                             | +0.436                | 0     | +8.159 | -2  | +18.749  | +16 | -5.798  | +5 | -19.166 | -8  | 1.30156 | +13 | 196 49.9  | -1.2 | -2.516 |
| 19.9      | 0.4212  | -0.0001 | +0.40821 | +8                             | +0.440                | 0     | +8.183 | -2  | +18.806  | +16 | -5.689  | +5 | -19.204 | -8  | 1.30166 | +13 | 196 30.1  | -1.2 | -2.468 |
| 20.0      | 0.4222  | -0.0001 | +0.40944 | +8                             | +0.444                | 0     | +8.208 | -2  | +18.863  | +16 | -5.580  | +5 | -19.241 | -8  | 1.30177 | +13 | 196 10.3  | -1.2 | -2.421 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Dec angesetzt.



Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_I$   | $A_I$    | $B_I$<br>( $g \sin G_I$ ) | ( $g \cos G_I$ ) <sub>I</sub> | $f_I$ | $C$    | $D$ | $\log h$ | $H$ | $i$    |    |         |    |         |     |          |      |        |    |
|-----------|---------|---------|----------|---------------------------|-------------------------------|-------|--------|-----|----------|-----|--------|----|---------|----|---------|-----|----------|------|--------|----|
| 20.0      | 0.4222  | -0.0001 | +0.40944 | +8                        | +0.444                        | 0     | +8.208 | -2  | +18.863  | +16 | -5.580 | +5 | -19.241 | -8 | 1.30177 | +13 | 196.10.3 | -1.2 | -2.421 | +4 |
| 20.1      | 0.4232  | -0.0001 | +0.41068 | +8                        | +0.448                        | 0     | +8.233 | -2  | +18.920  | +16 | -5.470 | +5 | -19.278 | -8 | 1.30187 | +13 | 195.50.5 | -1.2 | -2.373 | +4 |
| 20.2      | 0.4242  | -0.0001 | +0.41192 | +9                        | +0.451                        | 0     | +8.258 | -2  | +18.977  | +16 | -5.360 | +5 | -19.313 | -8 | 1.30197 | +13 | 195.30.7 | -1.2 | -2.325 | +4 |
| 20.3      | 0.4252  | -0.0001 | +0.41316 | +9                        | +0.455                        | 0     | +8.283 | -2  | +19.034  | +16 | -5.250 | +5 | -19.348 | -8 | 1.30207 | +13 | 195.10.9 | -1.3 | -2.278 | +4 |
| 20.4      | 0.4262  | -0.0001 | +0.41441 | +9                        | +0.458                        | 0     | +8.308 | -2  | +19.092  | +16 | -5.140 | +6 | -19.382 | -7 | 1.30216 | +13 | 194.51.1 | -1.3 | -2.230 | +4 |
| 20.5      | 0.4272  | -0.0001 | +0.41565 | +9                        | +0.462                        | 0     | +8.333 | -2  | +19.149  | +16 | -5.029 | +6 | -19.416 | -7 | 1.30226 | +12 | 194.31.3 | -1.3 | -2.182 | +4 |
| 20.6      | 0.4282  | -0.0001 | +0.41690 | +9                        | +0.465                        | 0     | +8.358 | -2  | +19.206  | +16 | -4.919 | +6 | -19.448 | -7 | 1.30235 | +12 | 194.11.6 | -1.3 | -2.134 | +4 |
| 20.7      | 0.4292  | -0.0001 | +0.41815 | +9                        | +0.468                        | 0     | +8.383 | -2  | +19.264  | +16 | -4.808 | +6 | -19.480 | -7 | 1.30244 | +12 | 193.51.9 | -1.3 | -2.086 | +4 |
| 20.8      | 0.4302  | -0.0001 | +0.41940 | +9                        | +0.472                        | 0     | +8.408 | -2  | +19.322  | +16 | -4.697 | +6 | -19.511 | -7 | 1.30252 | +12 | 193.32.1 | -1.3 | -2.038 | +4 |
| 20.9      | 0.4312  | -0.0001 | +0.42065 | +9                        | +0.475                        | 0     | +8.433 | -2  | +19.379  | +16 | -4.586 | +6 | -19.542 | -7 | 1.30261 | +12 | 193.12.4 | -1.3 | -1.990 | +4 |
| 21.0      | 0.4322  | -0.0001 | +0.42191 | +9                        | +0.478                        | 0     | +8.458 | -2  | +19.437  | +16 | -4.475 | +6 | -19.572 | -7 | 1.30269 | +12 | 192.52.7 | -1.3 | -1.941 | +4 |
| 21.1      | 0.4332  | -0.0001 | +0.42316 | +9                        | +0.481                        | 0     | +8.483 | -2  | +19.495  | +16 | -4.363 | +6 | -19.600 | -7 | 1.30277 | +12 | 192.33.0 | -1.3 | -1.893 | +4 |
| 21.2      | 0.4342  | -0.0001 | +0.42442 | +9                        | +0.484                        | 0     | +8.508 | -2  | +19.553  | +16 | -4.252 | +6 | -19.629 | -7 | 1.30285 | +12 | 192.13.3 | -1.3 | -1.845 | +4 |
| 21.3      | 0.4352  | -0.0001 | +0.42568 | +9                        | +0.486                        | 0     | +8.534 | -2  | +19.611  | +17 | -4.140 | +6 | -19.656 | -7 | 1.30293 | +11 | 191.53.6 | -1.3 | -1.796 | +4 |
| 21.4      | 0.4362  | -0.0001 | +0.42694 | +9                        | +0.489                        | 0     | +8.559 | -2  | +19.669  | +17 | -4.028 | +6 | -19.683 | -7 | 1.30300 | +11 | 191.34.0 | -1.3 | -1.748 | +4 |
| 21.5      | 0.4372  | -0.0001 | +0.42820 | +9                        | +0.492                        | 0     | +8.584 | -2  | +19.727  | +17 | -3.916 | +6 | -19.709 | -6 | 1.30307 | +11 | 191.14.3 | -1.3 | -1.699 | +4 |
| 21.6      | 0.4382  | -0.0001 | +0.42946 | +9                        | +0.494                        | 0     | +8.610 | -2  | +19.786  | +17 | -3.804 | +7 | -19.734 | -6 | 1.30314 | +11 | 190.54.7 | -1.3 | -1.650 | +4 |
| 21.7      | 0.4392  | -0.0001 | +0.43073 | +10                       | +0.497                        | 0     | +8.635 | -2  | +19.844  | +17 | -3.692 | +7 | -19.759 | -6 | 1.30321 | +11 | 190.35.0 | -1.3 | -1.602 | +4 |
| 21.8      | 0.4402  | -0.0001 | +0.43199 | +10                       | +0.499                        | 0     | +8.660 | -2  | +19.902  | +17 | -3.579 | +7 | -19.782 | -6 | 1.30327 | +11 | 190.15.4 | -1.3 | -1.553 | +4 |
| 21.9      | 0.4412  | -0.0001 | +0.43326 | +10                       | +0.502                        | 0     | +8.686 | -2  | +19.961  | +17 | -3.467 | +7 | -19.805 | -6 | 1.30334 | +10 | 189.55.8 | -1.3 | -1.504 | +4 |
| 22.0      | 0.4422  | -0.0001 | +0.43453 | +10                       | +0.504                        | 0     | +8.711 | -2  | +20.019  | +17 | -3.354 | +7 | -19.828 | -6 | 1.30340 | +10 | 189.36.1 | -1.3 | -1.455 | +4 |
| 22.1      | 0.4432  | -0.0001 | +0.43580 | +10                       | +0.506                        | 0     | +8.736 | -2  | +20.078  | +17 | -3.242 | +7 | -19.849 | -6 | 1.30345 | +10 | 189.16.5 | -1.3 | -1.406 | +4 |
| 22.2      | 0.4442  | -0.0001 | +0.43707 | +10                       | +0.508                        | 0     | +8.762 | -2  | +20.136  | +17 | -3.129 | +7 | -19.870 | -6 | 1.30351 | +10 | 188.56.9 | -1.3 | -1.357 | +4 |
| 22.3      | 0.4452  | -0.0001 | +0.43834 | +10                       | +0.511                        | 0     | +8.787 | -2  | +20.195  | +17 | -3.016 | +7 | -19.890 | -6 | 1.30356 | +10 | 188.37.3 | -1.3 | -1.308 | +4 |
| 22.4      | 0.4462  | -0.0001 | +0.43961 | +10                       | +0.513                        | 0     | +8.813 | -2  | +20.253  | +17 | -2.903 | +7 | -19.909 | -6 | 1.30362 | +10 | 188.17.7 | -1.3 | -1.259 | +4 |
| 22.5      | 0.4472  | -0.0001 | +0.44088 | +10                       | +0.514                        | 0     | +8.838 | -2  | +20.312  | +17 | -2.789 | +7 | -19.927 | -5 | 1.30367 | +10 | 187.58.1 | -1.4 | -1.210 | +4 |
| 22.6      | 0.4482  | -0.0001 | +0.44216 | +10                       | +0.516                        | 0     | +8.864 | -2  | +20.371  | +17 | -2.676 | +7 | -19.945 | -5 | 1.30371 | +9  | 187.38.6 | -1.4 | -1.161 | +4 |
| 22.7      | 0.4492  | -0.0001 | +0.44344 | +10                       | +0.518                        | 0     | +8.890 | -2  | +20.430  | +17 | -2.563 | +7 | -19.962 | -5 | 1.30376 | +9  | 187.19.0 | -1.4 | -1.112 | +4 |
| 22.8      | 0.4502  | -0.0001 | +0.44471 | +10                       | +0.520                        | 0     | +8.915 | -2  | +20.489  | +17 | -2.449 | +8 | -19.978 | -5 | 1.30380 | +9  | 186.59.4 | -1.4 | -1.063 | +4 |
| 22.9      | 0.4512  | 0.0000  | +0.44599 | +10                       | +0.521                        | 0     | +8.941 | -2  | +20.548  | +17 | -2.336 | +8 | -19.994 | -5 | 1.30384 | +9  | 186.39.9 | -1.4 | -1.013 | +4 |
| 23.0      | 0.4522  | 0.0000  | +0.44727 | +10                       | +0.523                        | 0     | +8.966 | -2  | +20.606  | +18 | -2.222 | +8 | -20.009 | -5 | 1.30388 | +9  | 186.20.3 | -1.4 | -0.964 | +4 |
| 23.1      | 0.4532  | 0.0000  | +0.44855 | +10                       | +0.524                        | 0     | +8.992 | -2  | +20.665  | +18 | -2.109 | +8 | -20.022 | -5 | 1.30391 | +9  | 186.0.8  | -1.4 | -0.915 | +4 |
| 23.2      | 0.4542  | 0.0000  | +0.44983 | +10                       | +0.526                        | 0     | +9.018 | -2  | +20.725  | +18 | -1.995 | +8 | -20.036 | -5 | 1.30395 | +8  | 185.41.2 | -1.4 | -0.866 | +4 |
| 23.3      | 0.4552  | 0.0000  | +0.45111 | +10                       | +0.527                        | 0     | +9.043 | -2  | +20.784  | +18 | -1.881 | +8 | -20.048 | -5 | 1.30398 | +8  | 185.21.7 | -1.4 | -0.816 | +4 |
| 23.4      | 0.4562  | 0.0000  | +0.45239 | +10                       | +0.528                        | 0     | +9.069 | -2  | +20.843  | +18 | -1.768 | +8 | -20.060 | -5 | 1.30401 | +8  | 185.2.1  | -1.4 | -0.767 | +4 |
| 23.5      | 0.4572  | 0.0000  | +0.45367 | +10                       | +0.529                        | 0     | +9.095 | -2  | +20.902  | +18 | -1.654 | +8 | -20.071 | -4 | 1.30403 | +8  | 184.42.6 | -1.4 | -0.717 | +4 |
| 23.6      | 0.4582  | 0.0000  | +0.45495 | +10                       | +0.531                        | 0     | +9.120 | -2  | +20.961  | +18 | -1.540 | +8 | -20.081 | -4 | 1.30406 | +8  | 184.23.1 | -1.4 | -0.668 | +4 |
| 23.7      | 0.4592  | 0.0000  | +0.45624 | +11                       | +0.532                        | 0     | +9.146 | -2  | +21.020  | +18 | -1.426 | +8 | -20.090 | -4 | 1.30408 | +8  | 184.3.6  | -1.4 | -0.618 | +4 |
| 23.8      | 0.4602  | 0.0000  | +0.45752 | +11                       | +0.532                        | 0     | +9.172 | -2  | +21.079  | +18 | -1.312 | +8 | -20.099 | -4 | 1.30410 | +8  | 183.44.0 | -1.4 | -0.569 | +4 |
| 23.9      | 0.4612  | 0.0000  | +0.45880 | +11                       | +0.533                        | 0     | +9.198 | -2  | +21.138  | +18 | -1.198 | +8 | -20.107 | -4 | 1.30412 | +8  | 183.24.5 | -1.4 | -0.520 | +4 |
| 24.0      | 0.4622  | 0.0000  | +0.46009 | +11                       | +0.534                        | 0     | +9.223 | -2  | +21.197  | +18 | -1.083 | +8 | -20.114 | -4 | 1.30413 | +7  | 183.5.0  | -1.4 | -0.470 | +4 |
| 24.1      | 0.4632  | 0.0000  | +0.46137 | +11                       | +0.535                        | 0     | +9.249 | -2  | +21.257  | +18 | -0.969 | +8 | -20.121 | -4 | 1.30414 | +7  | 182.45.5 | -1.4 | -0.421 | +4 |
| 24.2      | 0.4642  | 0.0000  | +0.46265 | +11                       | +0.535                        | 0     | +9.275 | -2  | +21.316  | +18 | -0.855 | +8 | -20.126 | -4 | 1.30415 | +7  | 182.26.0 | -1.4 | -0.371 | +4 |
| 24.3      | 0.4652  | 0.0000  | +0.46394 | +11                       | +0.536                        | 0     | +9.300 | -2  | +21.375  | +18 | -0.741 | +8 | -20.131 | -4 | 1.30416 | +7  | 182.6.5  | -1.4 | -0.321 | +4 |
| 24.4      | 0.4662  | 0.0000  | +0.46522 | +11                       | +0.536                        | 0     | +9.326 | -2  | +21.434  | +18 | -0.627 | +8 | -20.135 | -3 | 1.30417 | +7  | 181.47.0 | -1.4 | -0.272 | +4 |
| 24.5      | 0.4672  | 0.0000  | +0.46651 | +11                       | +0.537                        | 0     | +9.352 | -2  | +21.494  | +18 | -0.512 | +8 | -20.139 | -3 | 1.30417 | +7  | 181.27.5 | -1.5 | -0.222 | +4 |
| 24.6      | 0.4682  | 0.0000  | +0.46780 | +11                       | +0.537                        | 0     | +9.378 | -2  | +21.553  | +18 | -0.398 | +9 | -20.141 | -3 | 1.30417 | +7  | 181.8.0  | -1.5 | -0.173 | +4 |
| 24.7      | 0.4692  | 0.0000  | +0.46908 | +11                       | +0.537                        | 0     | +9.404 | -2  | +21.612  | +18 | -0.284 | +9 | -20.143 | -3 | 1.30417 | +6  | 180.48.5 | -1.5 | -0.123 | +4 |
| 24.8      | 0.4702  | 0.0000  | +0.47037 | +11                       | +0.537                        | 0     | +9.430 | -2  | +21.671  | +18 | -0.170 | +9 | -20.144 | -3 | 1.30416 | +6  | 180.29.0 | -1.5 | -0.074 | +4 |
| 24.9      | 0.4712  | 0.0000  | +0.47165 | +11                       | +0.537                        | 0     | +9.455 | -2  | +21.731  | +18 | -0.055 | +9 | -20.144 | -3 | 1.30416 | +6  | 180.9.5  | -1.5 | -0.024 | +4 |
| 25.0      | 0.4722  | 0.0000  | +0.47294 | +11                       | +0.537                        | 0     | +9.481 | -2  | +21.790  | +18 | +0.059 | +9 | -20.144 | -3 | 1.30415 | +6  | 179.50.0 | -1.5 | +0.025 | +4 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_I$    | $A_I$          | $B_I$<br>( $g \sin G_I$ ) | ( $g \cos G_I$ ) | $f_I$         | $C$         | $D$          | $\log h$    | $H$            |       |
|-----------|---------|----------|----------------|---------------------------|------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|----------------|-------|
| 25.0      | 0.4722  | 0.0000   | + 0.47294 + 11 | + 0.537                   | 0 + 9.481 - 2    | + 21.790 + 18 | + 0.059 + 9 | - 20.144 - 3 | 1.30415 + 6 | 179.500 - 1.5  | + 0.0 |
| 25.1      | 0.4732  | 0.0000   | + 0.47422 + 11 | + 0.537                   | 0 + 9.507 - 2    | + 21.849 + 19 | + 0.173 + 9 | - 20.143 - 3 | 1.30414 + 6 | 179.30.5 - 1.5 | + 0.0 |
| 25.2      | 0.4742  | 0.0000   | + 0.47551 + 11 | + 0.537                   | 0 + 9.533 - 2    | + 21.909 + 19 | + 0.287 + 9 | - 20.141 - 3 | 1.30412 + 6 | 179.11.0 - 1.5 | + 0.0 |
| 25.3      | 0.4752  | 0.0000   | + 0.47679 + 11 | + 0.537                   | 0 + 9.558 - 2    | + 21.968 + 19 | + 0.402 + 9 | - 20.138 - 2 | 1.30411 + 6 | 178.51.5 - 1.5 | + 0.0 |
| 25.4      | 0.4762  | 0.0000   | + 0.47808 + 11 | + 0.536                   | 0 + 9.584 - 2    | + 22.027 + 19 | + 0.516 + 9 | - 20.135 - 2 | 1.30409 + 5 | 178.32.0 - 1.5 | + 0.0 |
| 25.5      | 0.4772  | 0.0000   | + 0.47936 + 11 | + 0.536                   | 0 + 9.610 - 2    | + 22.086 + 19 | + 0.630 + 9 | - 20.131 - 2 | 1.30407 + 5 | 178.12.5 - 1.5 | + 0.0 |
| 25.6      | 0.4782  | 0.0000   | + 0.48065 + 11 | + 0.535                   | 0 + 9.636 - 2    | + 22.145 + 19 | + 0.744 + 9 | - 20.126 - 2 | 1.30405 + 5 | 177.53.0 - 1.5 | + 0.0 |
| 25.7      | 0.4792  | 0.0000   | + 0.48193 + 11 | + 0.535                   | 0 + 9.661 - 2    | + 22.205 + 19 | + 0.858 + 9 | - 20.120 - 2 | 1.30402 + 5 | 177.33.5 - 1.5 | + 0.0 |
| 25.8      | 0.4802  | 0.0000   | + 0.48322 + 11 | + 0.534                   | 0 + 9.687 - 2    | + 22.264 + 19 | + 0.972 + 9 | - 20.113 - 2 | 1.30399 + 5 | 177.14.0 - 1.5 | + 0.0 |
| 25.9      | 0.4812  | 0.0000   | + 0.48450 + 11 | + 0.533                   | 0 + 9.713 - 2    | + 22.323 + 19 | + 1.086 + 9 | - 20.106 - 2 | 1.30396 + 5 | 176.54.5 - 1.5 | + 0.0 |
| 26.0      | 0.4822  | 0.0000   | + 0.48578 + 11 | + 0.532                   | 0 + 9.739 - 2    | + 22.382 + 19 | + 1.200 + 9 | - 20.098 - 2 | 1.30393 + 5 | 176.35.0 - 1.5 | + 0.0 |
| 26.1      | 0.4832  | 0.0000   | + 0.48707 + 11 | + 0.532                   | 0 + 9.764 - 2    | + 22.441 + 19 | + 1.314 + 9 | - 20.090 - 1 | 1.30390 + 5 | 176.15.4 - 1.5 | + 0.0 |
| 26.2      | 0.4842  | 0.0000   | + 0.48835 + 11 | + 0.531                   | 0 + 9.790 - 2    | + 22.500 + 19 | + 1.428 + 9 | - 20.080 - 1 | 1.30386 + 4 | 175.55.9 - 1.5 | + 0.0 |
| 26.3      | 0.4852  | 0.0000   | + 0.48963 + 11 | + 0.529                   | 0 + 9.816 - 2    | + 22.559 + 19 | + 1.542 + 9 | - 20.070 - 1 | 1.30382 + 4 | 175.36.4 - 1.5 | + 0.0 |
| 26.4      | 0.4862  | 0.0000   | + 0.49091 + 11 | + 0.528                   | 0 + 9.841 - 2    | + 22.619 + 19 | + 1.655 + 9 | - 20.059 - 1 | 1.30378 + 4 | 175.16.9 - 1.5 | + 0.0 |
| 26.5      | 0.4872  | 0.0000   | + 0.49219 + 11 | + 0.527                   | 0 + 9.867 - 2    | + 22.678 + 19 | + 1.769 + 9 | - 20.047 - 1 | 1.30374 + 4 | 174.57.4 - 1.5 | + 0.0 |
| 26.6      | 0.4882  | 0.0000   | + 0.49347 + 11 | + 0.526                   | 0 + 9.893 - 2    | + 22.737 + 19 | + 1.883 + 9 | - 20.035 - 1 | 1.30369 + 4 | 174.37.9 - 1.5 | + 0.0 |
| 26.7      | 0.4892  | + 0.0001 | + 0.49475 + 11 | + 0.524                   | 0 + 9.918 - 2    | + 22.796 + 19 | + 1.996 + 9 | - 20.021 - 1 | 1.30364 + 4 | 174.18.3 - 1.5 | + 0.0 |
| 26.8      | 0.4902  | + 0.0001 | + 0.49603 + 11 | + 0.523                   | 0 + 9.944 - 2    | + 22.854 + 19 | + 2.110 + 9 | - 20.007 - 1 | 1.30359 + 4 | 173.58.8 - 1.6 | + 0.0 |
| 26.9      | 0.4912  | + 0.0001 | + 0.49730 + 11 | + 0.521                   | 0 + 9.969 - 2    | + 22.913 + 19 | + 2.224 + 9 | - 19.993 - 0 | 1.30354 + 3 | 173.39.3 - 1.6 | + 0.0 |
| 27.0      | 0.4922  | + 0.0001 | + 0.49858 + 11 | + 0.520                   | 0 + 9.995 - 2    | + 22.972 + 19 | + 2.337 + 9 | - 19.977 - 0 | 1.30348 + 3 | 173.19.7 - 1.6 | + 1.0 |
| 27.1      | 0.4932  | + 0.0001 | + 0.49985 + 11 | + 0.518                   | 0 + 10.021 - 2   | + 23.031 + 19 | + 2.450 + 9 | - 19.961 - 0 | 1.30342 + 3 | 173.0.2 - 1.6  | + 1.0 |
| 27.2      | 0.4942  | + 0.0001 | + 0.50113 + 11 | + 0.516                   | 0 + 10.046 - 2   | + 23.090 + 19 | + 2.563 + 9 | - 19.944 - 0 | 1.30336 + 3 | 172.40.6 - 1.6 | + 1.0 |
| 27.3      | 0.4952  | + 0.0001 | + 0.50240 + 11 | + 0.514                   | 0 + 10.072 - 2   | + 23.148 + 19 | + 2.676 + 9 | - 19.926 - 0 | 1.30330 + 3 | 172.21.1 - 1.6 | + 1.0 |
| 27.4      | 0.4962  | + 0.0001 | + 0.50367 + 11 | + 0.512                   | 0 + 10.097 - 2   | + 23.207 + 19 | + 2.789 + 9 | - 19.908 - 0 | 1.30324 + 3 | 172.1.5 - 1.6  | + 1.0 |
| 27.5      | 0.4972  | + 0.0001 | + 0.50494 + 11 | + 0.510                   | 0 + 10.123 - 2   | + 23.266 + 19 | + 2.901 + 9 | - 19.888 - 0 | 1.30317 + 3 | 171.42.0 - 1.6 | + 1.0 |
| 27.6      | 0.4982  | + 0.0001 | + 0.50621 + 11 | + 0.508                   | - 1 + 10.148 - 2 | + 23.324 + 19 | + 3.014 + 9 | - 19.868 - 0 | 1.30310 + 2 | 171.22.4 - 1.6 | + 1.0 |
| 27.7      | 0.4992  | + 0.0001 | + 0.50748 + 11 | + 0.506                   | - 1 + 10.174 - 2 | + 23.383 + 19 | + 3.126 + 9 | - 19.847 - 0 | 1.30303 + 2 | 171.2.8 - 1.6  | + 1.0 |
| 27.8      | 0.5002  | + 0.0001 | + 0.50875 + 11 | + 0.504                   | - 1 + 10.199 - 2 | + 23.441 + 19 | + 3.239 + 9 | - 19.826 + 1 | 1.30296 + 2 | 170.43.2 - 1.6 | + 1.0 |
| 27.9      | 0.5012  | + 0.0001 | + 0.51001 + 11 | + 0.502                   | - 1 + 10.224 - 2 | + 23.499 + 19 | + 3.352 + 9 | - 19.804 + 1 | 1.30288 + 2 | 170.23.6 - 1.6 | + 1.0 |
| 28.0      | 0.5022  | + 0.0001 | + 0.51128 + 11 | + 0.499                   | - 1 + 10.250 - 2 | + 23.558 + 19 | + 3.464 + 9 | - 19.781 + 1 | 1.30280 + 2 | 170.4.0 - 1.6  | + 1.0 |
| 28.1      | 0.5032  | + 0.0001 | + 0.51254 + 11 | + 0.497                   | - 1 + 10.275 - 2 | + 23.616 + 19 | + 3.576 + 9 | - 19.757 + 1 | 1.30272 + 2 | 169.44.4 - 1.6 | + 1.0 |
| 28.2      | 0.5042  | + 0.0001 | + 0.51380 + 11 | + 0.494                   | - 1 + 10.300 - 2 | + 23.674 + 19 | + 3.688 + 9 | - 19.733 + 1 | 1.30264 + 1 | 169.24.8 - 1.6 | + 1.0 |
| 28.3      | 0.5052  | + 0.0001 | + 0.51506 + 11 | + 0.492                   | - 1 + 10.326 - 2 | + 23.732 + 20 | + 3.800 + 9 | - 19.707 + 1 | 1.30256 + 1 | 169.5.2 - 1.6  | + 1.0 |
| 28.4      | 0.5062  | + 0.0001 | + 0.51632 + 11 | + 0.489                   | - 1 + 10.351 - 2 | + 23.790 + 20 | + 3.911 + 9 | - 19.681 + 1 | 1.30247 + 1 | 168.45.6 - 1.6 | + 1.0 |
| 28.5      | 0.5072  | + 0.0001 | + 0.51758 + 11 | + 0.486                   | - 1 + 10.376 - 2 | + 23.848 + 20 | + 4.023 + 9 | - 19.655 + 1 | 1.30238 + 1 | 168.25.9 - 1.6 | + 1.0 |
| 28.6      | 0.5082  | + 0.0001 | + 0.51884 + 11 | + 0.483                   | - 1 + 10.401 - 2 | + 23.906 + 20 | + 4.134 + 9 | - 19.627 + 1 | 1.30229 + 1 | 168.6.3 - 1.6  | + 1.0 |
| 28.7      | 0.5092  | + 0.0001 | + 0.52009 + 11 | + 0.481                   | - 1 + 10.426 - 2 | + 23.964 + 20 | + 4.246 + 9 | - 19.599 + 2 | 1.30220 + 1 | 167.46.7 - 1.6 | + 1.0 |
| 28.8      | 0.5102  | + 0.0001 | + 0.52135 + 11 | + 0.478                   | - 1 + 10.451 - 2 | + 24.020 + 20 | + 4.357 + 9 | - 19.570 + 2 | 1.30210 + 1 | 167.27.0 - 1.6 | + 1.0 |
| 28.9      | 0.5112  | + 0.0001 | + 0.52260 + 11 | + 0.475                   | - 1 + 10.477 - 2 | + 24.079 + 20 | + 4.467 + 9 | - 19.541 + 2 | 1.30200 + 1 | 167.7.3 - 1.6  | + 1.0 |
| 29.0      | 0.5122  | + 0.0001 | + 0.52385 + 11 | + 0.471                   | - 1 + 10.502 - 2 | + 24.137 + 20 | + 4.578 + 9 | - 19.510 + 2 | 1.30190 + 0 | 166.47.6 - 1.6 | + 1.0 |
| 29.1      | 0.5132  | + 0.0001 | + 0.52509 + 11 | + 0.468                   | - 1 + 10.527 - 2 | + 24.194 + 20 | + 4.689 + 9 | - 19.479 + 2 | 1.30180 + 0 | 166.28.0 - 1.6 | + 2.0 |
| 29.2      | 0.5142  | + 0.0001 | + 0.52634 + 11 | + 0.465                   | - 1 + 10.552 - 2 | + 24.252 + 20 | + 4.799 + 9 | - 19.447 + 2 | 1.30170 + 0 | 166.8.3 - 1.7  | + 2.0 |
| 29.3      | 0.5152  | + 0.0001 | + 0.52758 + 11 | + 0.462                   | - 1 + 10.576 - 2 | + 24.309 + 20 | + 4.909 + 9 | - 19.415 + 2 | 1.30159 + 0 | 165.48.5 - 1.7 | + 2.0 |
| 29.4      | 0.5162  | + 0.0001 | + 0.52883 + 11 | + 0.458                   | - 1 + 10.601 - 2 | + 24.366 + 20 | + 5.019 + 9 | - 19.381 + 2 | 1.30148 + 0 | 165.28.8 - 1.7 | + 2.0 |
| 29.5      | 0.5172  | + 0.0001 | + 0.53007 + 11 | + 0.455                   | - 1 + 10.626 - 2 | + 24.424 + 20 | + 5.129 + 9 | - 19.347 + 3 | 1.30137 + 0 | 165.9.1 - 1.7  | + 2.0 |
| 29.6      | 0.5182  | + 0.0001 | + 0.53130 + 11 | + 0.451                   | - 1 + 10.651 - 2 | + 24.481 + 20 | + 5.239 + 9 | - 19.313 + 3 | 1.30126 + 0 | 164.49.4 - 1.7 | + 2.0 |
| 29.7      | 0.5192  | + 0.0001 | + 0.53254 + 11 | + 0.448                   | - 1 + 10.676 - 2 | + 24.538 + 20 | + 5.348 + 9 | - 19.277 + 3 | 1.30115 + 0 | 164.29.6 - 1.7 | + 2.0 |
| 29.8      | 0.5202  | + 0.0001 | + 0.53378 + 11 | + 0.444                   | - 1 + 10.701 - 2 | + 24.595 + 20 | + 5.458 + 9 | - 19.241 + 3 | 1.30103 + 0 | 164.9.8 - 1.7  | + 2.0 |
| 29.9      | 0.5212  | + 0.0001 | + 0.53501 + 11 | + 0.440                   | - 1 + 10.725 - 3 | + 24.652 + 20 | + 5.567 + 9 | - 19.204 + 3 | 1.30091 + 0 | 163.50.1 - 1.7 | + 2.0 |
| 30.0      | 0.5222  | + 0.0001 | + 0.53624 + 11 | + 0.437                   | - 1 + 10.750 - 3 | + 24.708 + 20 | + 5.675 + 9 | - 19.166 + 3 | 1.30079 + 0 | 163.30.3 - 1.7 | + 2.0 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multiplizieren, und sind in Einheiten der letzten D angesetzt.



Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_1$   | $A_1$    | $B_1$<br>( $g \sin G$ ) <sub>I</sub> |        | $(g \cos G)$ <sub>I</sub> |         | $f_1$ | $C$     | $D$ | $\log h$ | $H$ | $i$     |    |         |    |          |      |        |    |
|-----------|---------|---------|----------|--------------------------------------|--------|---------------------------|---------|-------|---------|-----|----------|-----|---------|----|---------|----|----------|------|--------|----|
| 30.0      | 0.5222  | +0.0001 | +0.53624 | +11                                  | +0.437 | -1                        | +10.750 | -3    | +24.708 | +20 | +5.675   | +9  | -19.166 | +3 | 1.30079 | -1 | 163°30'3 | -1.7 | +2.462 | +2 |
| 30.1      | 0.5232  | +0.0001 | +0.53747 | +11                                  | +0.433 | -1                        | +10.775 | -3    | +24.765 | +20 | +5.784   | +9  | -19.128 | +3 | 1.30067 | -1 | 163 10.5 | -1.7 | +2.509 | +2 |
| 30.2      | 0.5242  | +0.0001 | +0.53869 | +10                                  | +0.429 | -1                        | +10.799 | -3    | +24.821 | +20 | +5.893   | +9  | -19.089 | +3 | 1.30055 | -1 | 162 50.7 | -1.7 | +2.556 | +2 |
| 30.3      | 0.5252  | +0.0001 | +0.53992 | +10                                  | +0.425 | -1                        | +10.824 | -3    | +24.878 | +20 | +6.001   | +9  | -19.049 | +3 | 1.30042 | -1 | 162 30.9 | -1.7 | +2.603 | +2 |
| 30.4      | 0.5262  | +0.0001 | +0.54114 | +10                                  | +0.421 | -1                        | +10.848 | -3    | +24.934 | +20 | +6.109   | +9  | -19.009 | +4 | 1.30029 | -1 | 162 11.0 | -1.7 | +2.650 | +2 |
| 30.5      | 0.5272  | +0.0001 | +0.54236 | +10                                  | +0.417 | -1                        | +10.873 | -3    | +24.990 | +20 | +6.217   | +9  | -18.967 | +4 | 1.30016 | -1 | 161 51.2 | -1.7 | +2.697 | +2 |
| 30.6      | 0.5282  | +0.0001 | +0.54358 | +10                                  | +0.413 | -1                        | +10.897 | -3    | +25.046 | +20 | +6.324   | +9  | -18.925 | +4 | 1.30003 | -2 | 161 31.3 | -1.7 | +2.743 | +2 |
| 30.7      | 0.5292  | +0.0001 | +0.54479 | +10                                  | +0.408 | -1                        | +10.922 | -3    | +25.102 | +20 | +6.431   | +9  | -18.883 | +4 | 1.29990 | -2 | 161 11.5 | -1.7 | +2.790 | +2 |
| 30.8      | 0.5302  | +0.0001 | +0.54600 | +10                                  | +0.404 | -1                        | +10.946 | -3    | +25.158 | +20 | +6.539   | +9  | -18.839 | +4 | 1.29976 | -2 | 160 51.6 | -1.7 | +2.836 | +2 |
| 30.9      | 0.5312  | +0.0001 | +0.54721 | +10                                  | +0.400 | -1                        | +10.970 | -3    | +25.214 | +20 | +6.645   | +9  | -18.795 | +4 | 1.29963 | -2 | 160 31.7 | -1.7 | +2.883 | +2 |
| 31.0      | 0.5322  | +0.0001 | +0.54842 | +10                                  | +0.395 | -1                        | +10.994 | -3    | +25.270 | +20 | +6.752   | +9  | -18.750 | +4 | 1.29949 | -2 | 160 11.8 | -1.7 | +2.929 | +2 |
| 31.1      | 0.5332  | +0.0002 | +0.54962 | +10                                  | +0.391 | -1                        | +11.019 | -3    | +25.325 | +20 | +6.858   | +9  | -18.705 | +4 | 1.29935 | -2 | 159 51.8 | -1.7 | +2.975 | +2 |
| 31.2      | 0.5342  | +0.0002 | +0.55083 | +10                                  | +0.386 | -1                        | +11.043 | -3    | +25.381 | +20 | +6.964   | +9  | -18.659 | +4 | 1.29922 | -2 | 159 31.9 | -1.7 | +3.021 | +2 |
| 31.3      | 0.5352  | +0.0002 | +0.55203 | +10                                  | +0.382 | -1                        | +11.067 | -3    | +25.436 | +20 | +7.070   | +9  | -18.612 | +5 | 1.29906 | -3 | 159 11.9 | -1.7 | +3.067 | +2 |
| 31.4      | 0.5362  | +0.0002 | +0.55323 | +10                                  | +0.377 | -1                        | +11.091 | -3    | +25.491 | +20 | +7.176   | +9  | -18.564 | +5 | 1.29891 | -3 | 158 52.0 | -1.7 | +3.113 | +2 |
| 31.5      | 0.5372  | +0.0002 | +0.55442 | +10                                  | +0.372 | -1                        | +11.115 | -3    | +25.547 | +20 | +7.281   | +9  | -18.516 | +5 | 1.29876 | -3 | 158 32.0 | -1.7 | +3.159 | +2 |
| 31.6      | 0.5382  | +0.0002 | +0.55562 | +10                                  | +0.368 | -1                        | +11.139 | -3    | +25.602 | +20 | +7.386   | +9  | -18.467 | +5 | 1.29862 | -3 | 158 12.0 | -1.7 | +3.204 | +2 |
| 31.7      | 0.5392  | +0.0002 | +0.55681 | +10                                  | +0.363 | -1                        | +11.162 | -3    | +25.656 | +20 | +7.491   | +9  | -18.417 | +5 | 1.29846 | -3 | 157 52.0 | -1.7 | +3.250 | +2 |
| 31.8      | 0.5402  | +0.0002 | +0.55799 | +10                                  | +0.358 | -1                        | +11.186 | -3    | +25.711 | +20 | +7.595   | +9  | -18.367 | +5 | 1.29831 | -3 | 157 32.0 | -1.7 | +3.295 | +2 |
| 31.9      | 0.5412  | +0.0002 | +0.55918 | +10                                  | +0.353 | -1                        | +11.210 | -3    | +25.766 | +20 | +7.700   | +8  | -18.316 | +5 | 1.29816 | -3 | 157 11.9 | -1.7 | +3.340 | +2 |
| 32.0      | 0.5422  | +0.0002 | +0.56036 | +10                                  | +0.348 | -1                        | +11.234 | -3    | +25.820 | +20 | +7.804   | +8  | -18.264 | +5 | 1.29800 | -4 | 156 51.9 | -1.7 | +3.385 | +2 |
| 32.1      | 0.5432  | +0.0002 | +0.56154 | +10                                  | +0.343 | -1                        | +11.257 | -3    | +25.875 | +20 | +7.907   | +8  | -18.211 | +5 | 1.29784 | -4 | 156 31.8 | -1.7 | +3.430 | +1 |
| 32.2      | 0.5442  | +0.0002 | +0.56272 | +9                                   | +0.338 | -1                        | +11.281 | -3    | +25.929 | +20 | +8.011   | +8  | -18.158 | +6 | 1.29768 | -4 | 156 11.7 | -1.7 | +3.475 | +1 |
| 32.3      | 0.5452  | +0.0002 | +0.56389 | +9                                   | +0.333 | -1                        | +11.304 | -3    | +25.983 | +20 | +8.114   | +8  | -18.104 | +6 | 1.29752 | -4 | 155 51.6 | -1.7 | +3.520 | +1 |
| 32.4      | 0.5462  | +0.0002 | +0.56506 | +9                                   | +0.328 | -1                        | +11.328 | -3    | +26.037 | +20 | +8.216   | +8  | -18.050 | +6 | 1.29736 | -4 | 155 31.5 | -1.7 | +3.564 | +1 |
| 32.5      | 0.5472  | +0.0002 | +0.56623 | +9                                   | +0.322 | -1                        | +11.351 | -3    | +26.091 | +20 | +8.319   | +8  | -17.994 | +6 | 1.29720 | -4 | 155 11.3 | -1.7 | +3.609 | +1 |
| 32.6      | 0.5482  | +0.0002 | +0.56739 | +9                                   | +0.317 | -1                        | +11.375 | -3    | +26.144 | +20 | +8.421   | +8  | -17.939 | +6 | 1.29703 | -4 | 154 51.2 | -1.7 | +3.653 | +1 |
| 32.7      | 0.5492  | +0.0002 | +0.56856 | +9                                   | +0.312 | -1                        | +11.398 | -3    | +26.198 | +20 | +8.523   | +8  | -17.882 | +6 | 1.29687 | -4 | 154 31.0 | -1.7 | +3.697 | +1 |
| 32.8      | 0.5502  | +0.0002 | +0.56971 | +9                                   | +0.306 | -1                        | +11.421 | -3    | +26.251 | +20 | +8.624   | +8  | -17.825 | +6 | 1.29670 | -5 | 154 10.8 | -1.7 | +3.741 | +1 |
| 32.9      | 0.5512  | +0.0002 | +0.57087 | +9                                   | +0.301 | -1                        | +11.444 | -3    | +26.305 | +20 | +8.726   | +8  | -17.767 | +6 | 1.29653 | -5 | 153 50.6 | -1.7 | +3.785 | +1 |
| 33.0      | 0.5522  | +0.0002 | +0.57202 | +9                                   | +0.296 | -1                        | +11.467 | -3    | +26.358 | +20 | +8.826   | +8  | -17.708 | +6 | 1.29636 | -5 | 153 30.4 | -1.7 | +3.829 | +1 |
| 33.1      | 0.5532  | +0.0002 | +0.57318 | +9                                   | +0.290 | -1                        | +11.491 | -3    | +26.411 | +20 | +8.927   | +8  | -17.649 | +6 | 1.29619 | -5 | 153 10.1 | -1.7 | +3.873 | +1 |
| 33.2      | 0.5542  | +0.0002 | +0.57432 | +9                                   | +0.285 | -1                        | +11.514 | -3    | +26.464 | +20 | +9.027   | +8  | -17.589 | +7 | 1.29601 | -5 | 152 49.9 | -1.7 | +3.916 | +1 |
| 33.3      | 0.5552  | +0.0002 | +0.57547 | +9                                   | +0.279 | -1                        | +11.536 | -3    | +26.516 | +20 | +9.127   | +8  | -17.528 | +7 | 1.29584 | -5 | 152 29.6 | -1.7 | +3.960 | +1 |
| 33.4      | 0.5562  | +0.0002 | +0.57661 | +9                                   | +0.273 | -1                        | +11.559 | -3    | +26.569 | +20 | +9.227   | +8  | -17.467 | +7 | 1.29566 | -5 | 152 9.3  | -1.7 | +4.003 | +1 |
| 33.5      | 0.5572  | +0.0002 | +0.57775 | +9                                   | +0.268 | -1                        | +11.582 | -3    | +26.621 | +20 | +9.326   | +7  | -17.405 | +7 | 1.29548 | -5 | 151 49.0 | -1.7 | +4.046 | +1 |
| 33.6      | 0.5582  | +0.0002 | +0.57888 | +9                                   | +0.262 | -1                        | +11.605 | -3    | +26.674 | +20 | +9.425   | +7  | -17.342 | +7 | 1.29530 | -6 | 151 28.6 | -1.7 | +4.089 | +1 |
| 33.7      | 0.5592  | +0.0002 | +0.58001 | +9                                   | +0.256 | -1                        | +11.628 | -3    | +26.726 | +20 | +9.524   | +7  | -17.279 | +7 | 1.29512 | -6 | 151 8.3  | -1.7 | +4.131 | +1 |
| 33.8      | 0.5602  | +0.0002 | +0.58114 | +9                                   | +0.250 | -1                        | +11.650 | -3    | +26.778 | +20 | +9.622   | +7  | -17.215 | +7 | 1.29494 | -6 | 150 47.9 | -1.7 | +4.174 | +1 |
| 33.9      | 0.5612  | +0.0002 | +0.58227 | +8                                   | +0.244 | -1                        | +11.673 | -3    | +26.830 | +20 | +9.720   | +7  | -17.150 | +7 | 1.29476 | -6 | 150 27.5 | -1.7 | +4.217 | 0  |
| 34.0      | 0.5622  | +0.0002 | +0.58339 | +8                                   | +0.239 | -1                        | +11.695 | -3    | +26.882 | +20 | +9.817   | +7  | -17.085 | +7 | 1.29458 | -6 | 150 7.1  | -1.7 | +4.259 | 0  |
| 34.1      | 0.5632  | +0.0002 | +0.58451 | +8                                   | +0.233 | -1                        | +11.718 | -3    | +26.933 | +20 | +9.914   | +7  | -17.019 | +7 | 1.29439 | -6 | 149 46.7 | -1.7 | +4.301 | 0  |
| 34.2      | 0.5642  | +0.0002 | +0.58562 | +8                                   | +0.227 | -1                        | +11.740 | -3    | +26.985 | +20 | +10.011  | +7  | -16.953 | +7 | 1.29420 | -6 | 149 26.2 | -1.7 | +4.343 | 0  |
| 34.3      | 0.5652  | +0.0002 | +0.58673 | +8                                   | +0.221 | -1                        | +11.762 | -3    | +27.036 | +20 | +10.108  | +7  | -16.886 | +8 | 1.29402 | -6 | 149 5.7  | -1.7 | +4.385 | 0  |
| 34.4      | 0.5662  | +0.0002 | +0.58784 | +8                                   | +0.215 | -1                        | +11.785 | -3    | +27.087 | +20 | +10.204  | +7  | -16.818 | +8 | 1.29383 | -6 | 148 45.2 | -1.7 | +4.427 | 0  |
| 34.5      | 0.5672  | +0.0002 | +0.58895 | +8                                   | +0.209 | -1                        | +11.807 | -3    | +27.138 | +20 | +10.299  | +7  | -16.749 | +8 | 1.29364 | -7 | 148 24.7 | -1.7 | +4.468 | 0  |
| 34.6      | 0.5682  | +0.0002 | +0.59005 | +8                                   | +0.203 | -1                        | +11.829 | -4    | +27.189 | +20 | +10.395  | +7  | -16.680 | +8 | 1.29345 | -7 | 148 4.2  | -1.7 | +4.509 | 0  |
| 34.7      | 0.5692  | +0.0002 | +0.59115 | +8                                   | +0.196 | -1                        | +11.851 | -4    | +27.239 | +20 | +10.490  | +7  | -16.610 | +8 | 1.29326 | -7 | 147 43.6 | -1.7 | +4.551 | 0  |
| 34.8      | 0.5702  | +0.0002 | +0.59224 | +8                                   | +0.190 | -1                        | +11.873 | -4    | +27.290 | +20 | +10.584  | +7  | -16.540 | +8 | 1.29307 | -7 | 147 23.1 | -1.7 | +4.592 | 0  |
| 34.9      | 0.5712  | +0.0002 | +0.59334 | +8                                   | +0.184 | -1                        | +11.895 | -4    | +27.340 | +20 | +10.678  | +6  | -16.469 | +8 | 1.29287 | -7 | 147 2.5  | -1.7 | +4.632 | 0  |
| 35.0      | 0.5722  | +0.0002 | +0.59443 | +8                                   | +0.178 | -1                        | +11.917 | -4    | +27.390 | +20 | +10.772  | +6  | -16.397 | +8 | 1.29268 | -7 | 146 41.8 | -1.7 | +4.673 | 0  |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

Tafel Xc.

| $\Delta \tau$<br>I | $\tau'$ | $E_I$    | $A_I$     | $B_I$<br>( $g \sin G$ ) <sub>I</sub> | $(g \cos G)$ <sub>I</sub> | $f_I$ | $C$      | $D$ | $\log h$ | $H$  | $i$      |     |          |      |         |      |          |       |       |
|--------------------|---------|----------|-----------|--------------------------------------|---------------------------|-------|----------|-----|----------|------|----------|-----|----------|------|---------|------|----------|-------|-------|
| 35.0               | 0.5722  | + 0.0002 | + 0.59443 | + 8                                  | + 0.178                   | - 1   | + 11.917 | - 4 | + 27.390 | + 20 | + 10.772 | + 6 | - 16.397 | + 8  | 1.99268 | - 7  | 146.41.8 | - 1.7 | + 4.6 |
| 35.1               | 0.5732  | + 0.0002 | + 0.59531 | + 8                                  | + 0.178                   | - 1   | + 11.938 | - 4 | + 27.440 | + 20 | + 10.865 | + 6 | - 16.325 | + 8  | 1.99248 | - 7  | 146.21.2 | - 1.7 | + 4.7 |
| 35.2               | 0.5742  | + 0.0002 | + 0.59659 | + 8                                  | + 0.165                   | - 1   | + 11.960 | - 4 | + 27.490 | + 20 | + 10.958 | + 6 | - 16.259 | + 8  | 1.99229 | - 7  | 146.0.5  | - 1.7 | + 4.7 |
| 35.3               | 0.5752  | + 0.0002 | + 0.59767 | + 7                                  | + 0.159                   | - 1   | + 11.982 | - 4 | + 27.540 | + 20 | + 11.051 | + 6 | - 16.178 | + 8  | 1.99209 | - 7  | 145.39.9 | - 1.7 | + 4.7 |
| 35.4               | 0.5762  | + 0.0002 | + 0.59875 | + 7                                  | + 0.153                   | - 1   | + 12.003 | - 4 | + 27.589 | + 20 | + 11.143 | + 6 | - 16.104 | + 8  | 1.99190 | - 8  | 145.19.2 | - 1.7 | + 4.8 |
| 35.5               | 0.5772  | + 0.0002 | + 0.59982 | + 7                                  | + 0.147                   | - 1   | + 12.025 | - 4 | + 27.639 | + 20 | + 11.235 | + 6 | - 16.030 | + 8  | 1.99170 | - 8  | 144.58.4 | - 1.7 | + 4.8 |
| 35.6               | 0.5782  | + 0.0002 | + 0.60089 | + 7                                  | + 0.140                   | - 1   | + 12.046 | - 4 | + 27.688 | + 20 | + 11.326 | + 6 | - 15.954 | + 8  | 1.99150 | - 8  | 144.37.7 | - 1.7 | + 4.9 |
| 35.7               | 0.5792  | + 0.0002 | + 0.60195 | + 7                                  | + 0.134                   | - 1   | + 12.067 | - 4 | + 27.737 | + 20 | + 11.417 | + 6 | - 15.878 | + 8  | 1.99130 | - 8  | 144.16.9 | - 1.7 | + 4.9 |
| 35.8               | 0.5802  | + 0.0002 | + 0.60301 | + 7                                  | + 0.127                   | - 1   | + 12.089 | - 4 | + 27.786 | + 20 | + 11.508 | + 6 | - 15.802 | + 9  | 1.99110 | - 8  | 143.56.1 | - 1.7 | + 4.9 |
| 35.9               | 0.5812  | + 0.0002 | + 0.60407 | + 7                                  | + 0.121                   | - 1   | + 12.110 | - 4 | + 27.835 | + 20 | + 11.598 | + 6 | - 15.724 | + 9  | 1.99090 | - 8  | 143.35.3 | - 1.7 | + 5.0 |
| 36.0               | 0.5822  | + 0.0002 | + 0.60513 | + 7                                  | + 0.115                   | - 1   | + 12.131 | - 4 | + 27.883 | + 20 | + 11.687 | + 6 | - 15.647 | + 9  | 1.99070 | - 8  | 143.14.5 | - 1.7 | + 5.0 |
| 36.1               | 0.5832  | + 0.0002 | + 0.60618 | + 7                                  | + 0.108                   | - 1   | + 12.152 | - 4 | + 27.932 | + 20 | + 11.777 | + 5 | - 15.568 | + 9  | 1.99049 | - 8  | 142.53.6 | - 1.7 | + 5.1 |
| 36.2               | 0.5842  | + 0.0002 | + 0.60722 | + 7                                  | + 0.102                   | - 1   | + 12.173 | - 4 | + 27.980 | + 20 | + 11.865 | + 5 | - 15.489 | + 9  | 1.99029 | - 8  | 142.32.8 | - 1.7 | + 5.1 |
| 36.3               | 0.5852  | + 0.0002 | + 0.60827 | + 7                                  | + 0.095                   | - 1   | + 12.194 | - 4 | + 28.028 | + 20 | + 11.954 | + 5 | - 15.409 | + 9  | 1.99009 | - 8  | 142.11.9 | - 1.7 | + 5.1 |
| 36.4               | 0.5862  | + 0.0002 | + 0.60931 | + 7                                  | + 0.089                   | - 1   | + 12.215 | - 4 | + 28.076 | + 20 | + 12.042 | + 5 | - 15.329 | + 9  | 1.98988 | - 9  | 141.50.9 | - 1.7 | + 5.2 |
| 36.5               | 0.5872  | + 0.0002 | + 0.61034 | + 7                                  | + 0.082                   | - 1   | + 12.236 | - 4 | + 28.124 | + 20 | + 12.129 | + 5 | - 15.248 | + 9  | 1.98968 | - 9  | 141.30.0 | - 1.7 | + 5.2 |
| 36.6               | 0.5882  | + 0.0002 | + 0.61138 | + 6                                  | + 0.076                   | - 1   | + 12.256 | - 4 | + 28.171 | + 20 | + 12.216 | + 5 | - 15.167 | + 9  | 1.98948 | - 9  | 141.9.0  | - 1.7 | + 5.3 |
| 36.7               | 0.5892  | + 0.0002 | + 0.61240 | + 6                                  | + 0.069                   | - 1   | + 12.277 | - 4 | + 28.219 | + 20 | + 12.303 | + 5 | - 15.085 | + 9  | 1.98927 | - 9  | 140.48.0 | - 1.7 | + 5.3 |
| 36.8               | 0.5902  | + 0.0002 | + 0.61343 | + 6                                  | + 0.063                   | - 1   | + 12.298 | - 4 | + 28.266 | + 20 | + 12.389 | + 5 | - 15.002 | + 9  | 1.98907 | - 9  | 140.27.0 | - 1.7 | + 5.3 |
| 36.9               | 0.5912  | + 0.0002 | + 0.61445 | + 6                                  | + 0.056                   | - 1   | + 12.318 | - 4 | + 28.313 | + 20 | + 12.475 | + 5 | - 14.919 | + 9  | 1.98886 | - 9  | 140.6.0  | - 1.7 | + 5.4 |
| 37.0               | 0.5922  | + 0.0002 | + 0.61547 | + 6                                  | + 0.049                   | - 1   | + 12.338 | - 4 | + 28.360 | + 20 | + 12.560 | + 5 | - 14.836 | + 9  | 1.98866 | - 9  | 139.44.9 | - 1.7 | + 5.4 |
| 37.1               | 0.5932  | + 0.0002 | + 0.61648 | + 6                                  | + 0.043                   | - 1   | + 12.359 | - 4 | + 28.407 | + 20 | + 12.645 | + 4 | - 14.751 | + 9  | 1.98845 | - 9  | 139.23.8 | - 1.7 | + 5.4 |
| 37.2               | 0.5942  | + 0.0002 | + 0.61750 | + 6                                  | + 0.036                   | - 1   | + 12.379 | - 4 | + 28.453 | + 20 | + 12.729 | + 4 | - 14.666 | + 9  | 1.98825 | - 9  | 139.2.7  | - 1.7 | + 5.5 |
| 37.3               | 0.5952  | + 0.0002 | + 0.61850 | + 6                                  | + 0.030                   | - 1   | + 12.399 | - 4 | + 28.500 | + 20 | + 12.813 | + 4 | - 14.581 | + 9  | 1.98804 | - 9  | 138.41.6 | - 1.7 | + 5.5 |
| 37.4               | 0.5962  | + 0.0002 | + 0.61951 | + 6                                  | + 0.023                   | - 1   | + 12.419 | - 4 | + 28.546 | + 20 | + 12.896 | + 4 | - 14.495 | + 9  | 1.98783 | - 9  | 138.20.4 | - 1.7 | + 5.5 |
| 37.5               | 0.5972  | + 0.0002 | + 0.62051 | + 6                                  | + 0.016                   | - 1   | + 12.439 | - 4 | + 28.592 | + 20 | + 12.979 | + 4 | - 14.408 | + 9  | 1.98763 | - 10 | 137.59.2 | - 1.7 | + 5.6 |
| 37.6               | 0.5982  | + 0.0002 | + 0.62150 | + 6                                  | + 0.010                   | - 1   | + 12.459 | - 4 | + 28.638 | + 20 | + 13.061 | + 4 | - 14.321 | + 10 | 1.98742 | - 10 | 137.38.0 | - 1.7 | + 5.6 |
| 37.7               | 0.5992  | + 0.0002 | + 0.62250 | + 6                                  | + 0.003                   | - 1   | + 12.479 | - 4 | + 28.684 | + 20 | + 13.143 | + 4 | - 14.234 | + 10 | 1.98722 | - 10 | 137.16.8 | - 1.7 | + 5.7 |
| 37.8               | 0.6002  | + 0.0002 | + 0.62349 | + 6                                  | - 0.003                   | - 1   | + 12.499 | - 4 | + 28.729 | + 20 | + 13.225 | + 4 | - 14.145 | + 10 | 1.98701 | - 10 | 136.55.6 | - 1.7 | + 5.7 |
| 37.9               | 0.6012  | + 0.0002 | + 0.62447 | + 6                                  | - 0.010                   | - 1   | + 12.519 | - 4 | + 28.775 | + 20 | + 13.306 | + 4 | - 14.057 | + 10 | 1.98680 | - 10 | 136.34.3 | - 1.7 | + 5.7 |
| 38.0               | 0.6022  | + 0.0002 | + 0.62545 | + 5                                  | - 0.017                   | - 1   | + 12.539 | - 4 | + 28.820 | + 20 | + 13.386 | + 4 | - 13.967 | + 10 | 1.98660 | - 10 | 136.13.0 | - 1.7 | + 5.8 |
| 38.1               | 0.6032  | + 0.0002 | + 0.62643 | + 5                                  | - 0.023                   | - 1   | + 12.558 | - 4 | + 28.865 | + 20 | + 13.466 | + 4 | - 13.877 | + 10 | 1.98639 | - 10 | 135.51.7 | - 1.7 | + 5.8 |
| 38.2               | 0.6042  | + 0.0002 | + 0.62740 | + 5                                  | - 0.030                   | - 1   | + 12.578 | - 4 | + 28.910 | + 20 | + 13.546 | + 3 | - 13.787 | + 10 | 1.98619 | - 10 | 135.30.3 | - 1.6 | + 5.8 |
| 38.3               | 0.6052  | + 0.0002 | + 0.62838 | + 5                                  | - 0.036                   | - 1   | + 12.597 | - 4 | + 28.955 | + 20 | + 13.625 | + 3 | - 13.696 | + 10 | 1.98598 | - 10 | 135.9.0  | - 1.6 | + 5.9 |
| 38.4               | 0.6062  | + 0.0002 | + 0.62934 | + 5                                  | - 0.043                   | - 1   | + 12.617 | - 4 | + 28.999 | + 20 | + 13.703 | + 3 | - 13.605 | + 10 | 1.98578 | - 10 | 134.47.6 | - 1.6 | + 5.9 |
| 38.5               | 0.6072  | + 0.0002 | + 0.63031 | + 5                                  | - 0.050                   | - 1   | + 12.636 | - 4 | + 29.044 | + 20 | + 13.781 | + 3 | - 13.513 | + 10 | 1.98557 | - 10 | 134.26.2 | - 1.6 | + 5.9 |
| 38.6               | 0.6082  | + 0.0002 | + 0.63127 | + 5                                  | - 0.056                   | - 1   | + 12.655 | - 4 | + 29.088 | + 20 | + 13.858 | + 3 | - 13.420 | + 10 | 1.98537 | - 10 | 134.4.7  | - 1.6 | + 6.0 |
| 38.7               | 0.6092  | + 0.0002 | + 0.63222 | + 5                                  | - 0.063                   | - 1   | + 12.674 | - 4 | + 29.132 | + 20 | + 13.935 | + 3 | - 13.327 | + 10 | 1.98516 | - 10 | 133.43.3 | - 1.6 | + 6.0 |
| 38.8               | 0.6102  | + 0.0002 | + 0.63317 | + 5                                  | - 0.069                   | - 1   | + 12.693 | - 5 | + 29.176 | + 20 | + 14.012 | + 3 | - 13.233 | + 10 | 1.98496 | - 11 | 133.21.8 | - 1.6 | + 6.0 |
| 38.9               | 0.6112  | + 0.0002 | + 0.63412 | + 5                                  | - 0.076                   | - 1   | + 12.712 | - 5 | + 29.219 | + 20 | + 14.088 | + 3 | - 13.139 | + 10 | 1.98475 | - 11 | 133.0.2  | - 1.6 | + 6.1 |
| 39.0               | 0.6122  | + 0.0002 | + 0.63507 | + 5                                  | - 0.083                   | - 1   | + 12.731 | - 5 | + 29.263 | + 20 | + 14.163 | + 3 | - 13.045 | + 10 | 1.98455 | - 11 | 132.38.7 | - 1.6 | + 6.1 |
| 39.1               | 0.6132  | + 0.0002 | + 0.63601 | + 5                                  | - 0.089                   | - 1   | + 12.750 | - 5 | + 29.306 | + 20 | + 14.238 | + 2 | - 12.950 | + 10 | 1.98435 | - 11 | 132.17.2 | - 1.6 | + 6.1 |
| 39.2               | 0.6142  | + 0.0002 | + 0.63695 | + 5                                  | - 0.096                   | - 1   | + 12.769 | - 5 | + 29.350 | + 20 | + 14.312 | + 2 | - 12.854 | + 10 | 1.98414 | - 11 | 131.55.6 | - 1.6 | + 6.2 |
| 39.3               | 0.6152  | + 0.0002 | + 0.63788 | + 5                                  | - 0.102                   | - 1   | + 12.788 | - 5 | + 29.393 | + 20 | + 14.386 | + 2 | - 12.758 | + 10 | 1.98394 | - 11 | 131.34.0 | - 1.6 | + 6.2 |
| 39.4               | 0.6162  | + 0.0002 | + 0.63881 | + 4                                  | - 0.109                   | - 1   | + 12.806 | - 5 | + 29.436 | + 20 | + 14.460 | + 2 | - 12.661 | + 10 | 1.98374 | - 11 | 131.12.3 | - 1.6 | + 6.2 |
| 39.5               | 0.6172  | + 0.0002 | + 0.63974 | + 4                                  | - 0.115                   | - 1   | + 12.825 | - 5 | + 29.478 | + 20 | + 14.532 | + 2 | - 12.564 | + 10 | 1.98354 | - 11 | 130.50.7 | - 1.6 | + 6.3 |
| 39.6               | 0.6182  | + 0.0002 | + 0.64067 | + 4                                  | - 0.122                   | - 1   | + 12.843 | - 5 | + 29.521 | + 20 | + 14.605 | + 2 | - 12.466 | + 10 | 1.98334 | - 11 | 130.29.0 | - 1.6 | + 6.3 |
| 39.7               | 0.6192  | + 0.0002 | + 0.64159 | + 4                                  | - 0.128                   | - 1   | + 12.862 | - 5 | + 29.563 | + 20 | + 14.676 | + 2 | - 12.368 | + 10 | 1.98314 | - 11 | 130.7.3  | - 1.6 | + 6.3 |
| 39.8               | 0.6202  | + 0.0002 | + 0.64250 | + 4                                  | - 0.135                   | - 1   | + 12.880 | - 5 | + 29.605 | + 20 | + 14.748 | + 2 | - 12.269 | + 10 | 1.98294 | - 11 | 129.45.5 | - 1.6 | + 6.3 |
| 39.9               | 0.6212  | + 0.0002 | + 0.64342 | + 4                                  | - 0.141                   | - 1   | + 12.899 | - 5 | + 29.647 | + 20 | + 14.818 | + 2 | - 12.170 | + 10 | 1.98274 | - 12 | 129.23.8 | - 1.6 | + 6.4 |
| 40.0               | 0.6222  | + 0.0002 | + 0.64432 | + 4                                  | - 0.148                   | - 1   | + 12.917 | - 5 | + 29.689 | + 20 | + 14.888 | + 2 | - 12.070 | + 10 | 1.98254 | - 12 | 129.2.0  | - 1.6 | + 6.4 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.



## Tafel Xc.

| Arg.<br>1 | $\tau'$ | $E_1$    | $A_1$     | $B_1$<br>( $g \sin G$ ) <sub>1</sub> | ( $g \cos G$ ) <sub>1</sub> | $f_1$ | $C$      | $D$ | $\log h$ | $H$  | $i$      |     |          |      |         |      |           |       |         |     |
|-----------|---------|----------|-----------|--------------------------------------|-----------------------------|-------|----------|-----|----------|------|----------|-----|----------|------|---------|------|-----------|-------|---------|-----|
| 40.0      | 0.6222  | + 0.0002 | + 0.64432 | + 4                                  | - 0.148                     | - 1   | + 12.917 | - 5 | + 29.689 | + 20 | + 14.888 | + 2 | - 12.070 | + 10 | 1.28254 | - 12 | 129° 2' 0 | - 1.6 | + 6.459 | - 3 |
| 40.1      | 0.6232  | + 0.0002 | + 0.64523 | + 4                                  | - 0.154                     | - 1   | + 12.935 | - 5 | + 29.731 | + 20 | + 14.958 | + 1 | - 11.970 | + 10 | 1.28235 | - 12 | 128 40.2  | - 1.6 | + 6.489 | - 4 |
| 40.2      | 0.6242  | + 0.0002 | + 0.64613 | + 4                                  | - 0.160                     | - 1   | + 12.953 | - 5 | + 29.773 | + 20 | + 15.027 | + 1 | - 11.870 | + 10 | 1.28215 | - 12 | 128 18.3  | - 1.6 | + 6.519 | - 4 |
| 40.3      | 0.6252  | + 0.0002 | + 0.64703 | + 4                                  | - 0.167                     | - 1   | + 12.971 | - 5 | + 29.814 | + 20 | + 15.095 | + 1 | - 11.769 | + 10 | 1.28195 | - 12 | 127 56.5  | - 1.6 | + 6.548 | - 4 |
| 40.4      | 0.6262  | + 0.0002 | + 0.64793 | + 4                                  | - 0.173                     | 0     | + 12.989 | - 5 | + 29.855 | + 20 | + 15.163 | + 1 | - 11.667 | + 10 | 1.28176 | - 12 | 127 34.6  | - 1.6 | + 6.578 | - 4 |
| 40.5      | 0.6272  | + 0.0002 | + 0.64882 | + 4                                  | - 0.179                     | 0     | + 13.007 | - 5 | + 29.896 | + 20 | + 15.230 | + 1 | - 11.565 | + 10 | 1.28157 | - 12 | 127 12.7  | - 1.6 | + 6.607 | - 4 |
| 40.6      | 0.6282  | + 0.0002 | + 0.64971 | + 4                                  | - 0.186                     | 0     | + 13.025 | - 5 | + 29.937 | + 20 | + 15.297 | + 1 | - 11.463 | + 10 | 1.28137 | - 12 | 126 50.8  | - 1.5 | + 6.636 | - 4 |
| 40.7      | 0.6292  | + 0.0002 | + 0.65059 | + 4                                  | - 0.192                     | 0     | + 13.042 | - 5 | + 29.978 | + 20 | + 15.363 | + 1 | - 11.360 | + 10 | 1.28118 | - 12 | 126 28.8  | - 1.5 | + 6.665 | - 4 |
| 40.8      | 0.6302  | + 0.0002 | + 0.65147 | + 4                                  | - 0.198                     | 0     | + 13.060 | - 5 | + 30.018 | + 20 | + 15.428 | + 1 | - 11.256 | + 10 | 1.28099 | - 12 | 126 6.8   | - 1.5 | + 6.693 | - 4 |
| 40.9      | 0.6312  | + 0.0002 | + 0.65235 | + 3                                  | - 0.204                     | 0     | + 13.078 | - 5 | + 30.059 | + 20 | + 15.493 | + 1 | - 11.153 | + 10 | 1.28080 | - 12 | 125 44.8  | - 1.5 | + 6.721 | - 4 |
| 41.0      | 0.6322  | + 0.0002 | + 0.65322 | + 3                                  | - 0.211                     | 0     | + 13.095 | - 5 | + 30.099 | + 20 | + 15.558 | 0   | - 11.048 | + 10 | 1.28061 | - 12 | 125 22.8  | - 1.5 | + 6.749 | - 4 |
| 41.1      | 0.6332  | + 0.0002 | + 0.65410 | + 3                                  | - 0.217                     | 0     | + 13.113 | - 5 | + 30.139 | + 20 | + 15.621 | 0   | - 10.944 | + 10 | 1.28043 | - 12 | 125 0.7   | - 1.5 | + 6.777 | - 4 |
| 41.2      | 0.6342  | + 0.0002 | + 0.65496 | + 3                                  | - 0.223                     | 0     | + 13.130 | - 5 | + 30.179 | + 20 | + 15.685 | 0   | - 10.838 | + 10 | 1.28024 | - 12 | 124 38.7  | - 1.5 | + 6.804 | - 4 |
| 41.3      | 0.6352  | + 0.0002 | + 0.65583 | + 3                                  | - 0.229                     | 0     | + 13.147 | - 5 | + 30.219 | + 20 | + 15.747 | 0   | - 10.733 | + 10 | 1.28006 | - 12 | 124 16.6  | - 1.5 | + 6.832 | - 4 |
| 41.4      | 0.6362  | + 0.0002 | + 0.65669 | + 3                                  | - 0.235                     | 0     | + 13.165 | - 5 | + 30.259 | + 20 | + 15.809 | 0   | - 10.627 | + 10 | 1.27987 | - 12 | 123 54.4  | - 1.5 | + 6.858 | - 4 |
| 41.5      | 0.6372  | + 0.0002 | + 0.65755 | + 3                                  | - 0.241                     | 0     | + 13.182 | - 5 | + 30.298 | + 20 | + 15.871 | 0   | - 10.520 | + 10 | 1.27969 | - 13 | 123 32.3  | - 1.5 | + 6.885 | - 4 |
| 41.6      | 0.6382  | + 0.0002 | + 0.65840 | + 3                                  | - 0.247                     | 0     | + 13.199 | - 5 | + 30.337 | + 20 | + 15.932 | 0   | - 10.413 | + 10 | 1.27951 | - 13 | 123 10.1  | - 1.5 | + 6.912 | - 4 |
| 41.7      | 0.6392  | + 0.0002 | + 0.65925 | + 3                                  | - 0.253                     | 0     | + 13.216 | - 5 | + 30.377 | + 20 | + 15.992 | 0   | - 10.306 | + 10 | 1.27933 | - 13 | 122 47.9  | - 1.5 | + 6.938 | - 5 |
| 41.8      | 0.6402  | + 0.0002 | + 0.66010 | + 3                                  | - 0.259                     | 0     | + 13.233 | - 5 | + 30.416 | + 20 | + 16.052 | 0   | - 10.198 | + 10 | 1.27915 | - 13 | 122 25.7  | - 1.5 | + 6.964 | - 5 |
| 41.9      | 0.6412  | + 0.0002 | + 0.66094 | + 3                                  | - 0.265                     | 0     | + 13.250 | - 5 | + 30.455 | + 20 | + 16.111 | 0   | - 10.090 | + 10 | 1.27898 | - 13 | 122 3.5   | - 1.5 | + 6.989 | - 5 |
| 42.0      | 0.6422  | + 0.0002 | + 0.66178 | + 3                                  | - 0.271                     | 0     | + 13.267 | - 5 | + 30.493 | + 20 | + 16.169 | - 1 | - 9.981  | + 10 | 1.27880 | - 13 | 121 41.2  | - 1.5 | + 7.015 | - 5 |
| 42.1      | 0.6432  | + 0.0002 | + 0.66262 | + 3                                  | - 0.276                     | 0     | + 13.284 | - 5 | + 30.532 | + 20 | + 16.227 | - 1 | - 9.872  | + 10 | 1.27863 | - 13 | 121 18.9  | - 1.4 | + 7.040 | - 5 |
| 42.2      | 0.6442  | + 0.0002 | + 0.66345 | + 3                                  | - 0.282                     | 0     | + 13.300 | - 5 | + 30.570 | + 20 | + 16.285 | - 1 | - 9.763  | + 10 | 1.27846 | - 13 | 120 56.6  | - 1.4 | + 7.065 | - 5 |
| 42.3      | 0.6452  | + 0.0002 | + 0.66429 | + 3                                  | - 0.288                     | 0     | + 13.317 | - 5 | + 30.609 | + 20 | + 16.341 | - 1 | - 9.653  | + 10 | 1.27829 | - 13 | 120 34.3  | - 1.4 | + 7.089 | - 5 |
| 42.4      | 0.6462  | + 0.0002 | + 0.66511 | + 3                                  | - 0.293                     | 0     | + 13.334 | - 5 | + 30.647 | + 20 | + 16.397 | - 1 | - 9.543  | + 10 | 1.27812 | - 13 | 120 11.9  | - 1.4 | + 7.114 | - 5 |
| 42.5      | 0.6472  | + 0.0002 | + 0.66594 | + 3                                  | - 0.299                     | 0     | + 13.350 | - 5 | + 30.685 | + 20 | + 16.453 | - 1 | - 9.433  | + 10 | 1.27795 | - 13 | 119 49.6  | - 1.4 | + 7.138 | - 5 |
| 42.6      | 0.6482  | + 0.0002 | + 0.66676 | + 3                                  | - 0.305                     | 0     | + 13.367 | - 5 | + 30.722 | + 20 | + 16.508 | - 1 | - 9.322  | + 10 | 1.27779 | - 13 | 119 27.2  | - 1.4 | + 7.161 | - 5 |
| 42.7      | 0.6492  | + 0.0002 | + 0.66758 | + 2                                  | - 0.310                     | 0     | + 13.383 | - 5 | + 30.760 | + 20 | + 16.562 | - 1 | - 9.210  | + 10 | 1.27762 | - 13 | 119 4.7   | - 1.4 | + 7.185 | - 5 |
| 42.8      | 0.6502  | + 0.0002 | + 0.66839 | + 2                                  | - 0.316                     | 0     | + 13.399 | - 5 | + 30.798 | + 20 | + 16.616 | - 1 | - 9.099  | + 10 | 1.27746 | - 13 | 118 42.3  | - 1.4 | + 7.208 | - 5 |
| 42.9      | 0.6512  | + 0.0002 | + 0.66921 | + 2                                  | - 0.321                     | 0     | + 13.416 | - 5 | + 30.835 | + 20 | + 16.669 | - 1 | - 8.986  | + 9  | 1.27730 | - 13 | 118 19.8  | - 1.4 | + 7.231 | - 5 |
| 43.0      | 0.6522  | + 0.0002 | + 0.67002 | + 2                                  | - 0.326                     | 0     | + 13.432 | - 5 | + 30.872 | + 20 | + 16.721 | - 2 | - 8.874  | + 9  | 1.27714 | - 13 | 117 57.3  | - 1.4 | + 7.254 | - 5 |
| 43.1      | 0.6532  | + 0.0002 | + 0.67082 | + 2                                  | - 0.332                     | 0     | + 13.448 | - 5 | + 30.910 | + 20 | + 16.772 | - 2 | - 8.761  | + 9  | 1.27699 | - 14 | 117 34.8  | - 1.3 | + 7.276 | - 5 |
| 43.2      | 0.6542  | + 0.0002 | + 0.67163 | + 2                                  | - 0.337                     | 0     | + 13.464 | - 5 | + 30.947 | + 20 | + 16.824 | - 2 | - 8.648  | + 9  | 1.27683 | - 14 | 117 12.3  | - 1.3 | + 7.298 | - 5 |
| 43.3      | 0.6552  | + 0.0002 | + 0.67243 | + 2                                  | - 0.342                     | 0     | + 13.480 | - 5 | + 30.983 | + 20 | + 16.874 | - 2 | - 8.535  | + 9  | 1.27668 | - 14 | 116 49.8  | - 1.3 | + 7.320 | - 6 |
| 43.4      | 0.6562  | + 0.0002 | + 0.67322 | + 2                                  | - 0.348                     | 0     | + 13.496 | - 5 | + 31.020 | + 20 | + 16.924 | - 2 | - 8.421  | + 9  | 1.27653 | - 14 | 116 27.2  | - 1.3 | + 7.342 | - 6 |
| 43.5      | 0.6572  | + 0.0002 | + 0.67402 | + 2                                  | - 0.353                     | 0     | + 13.512 | - 5 | + 31.057 | + 20 | + 16.973 | - 2 | - 8.306  | + 9  | 1.27638 | - 14 | 116 4.6   | - 1.3 | + 7.363 | - 6 |
| 43.6      | 0.6582  | + 0.0002 | + 0.67481 | + 2                                  | - 0.358                     | 0     | + 13.528 | - 5 | + 31.093 | + 20 | + 17.022 | - 2 | - 8.192  | + 9  | 1.27624 | - 14 | 115 42.0  | - 1.3 | + 7.384 | - 6 |
| 43.7      | 0.6592  | + 0.0001 | + 0.67560 | + 2                                  | - 0.363                     | 0     | + 13.544 | - 5 | + 31.130 | + 20 | + 17.069 | - 2 | - 8.077  | + 9  | 1.27609 | - 14 | 115 19.4  | - 1.3 | + 7.405 | - 6 |
| 43.8      | 0.6602  | + 0.0001 | + 0.67639 | + 2                                  | - 0.368                     | 0     | + 13.560 | - 5 | + 31.166 | + 20 | + 17.117 | - 2 | - 7.962  | + 9  | 1.27595 | - 14 | 114 56.7  | - 1.3 | + 7.426 | - 6 |
| 43.9      | 0.6612  | + 0.0001 | + 0.67717 | + 2                                  | - 0.373                     | 0     | + 13.575 | - 5 | + 31.202 | + 20 | + 17.163 | - 3 | - 7.846  | + 9  | 1.27581 | - 14 | 114 34.0  | - 1.3 | + 7.446 | - 6 |
| 44.0      | 0.6622  | + 0.0001 | + 0.67795 | + 2                                  | - 0.378                     | 0     | + 13.591 | - 5 | + 31.238 | + 20 | + 17.209 | - 3 | - 7.730  | + 9  | 1.27567 | - 14 | 114 11.3  | - 1.3 | + 7.466 | - 6 |
| 44.1      | 0.6632  | + 0.0001 | + 0.67873 | + 2                                  | - 0.383                     | 0     | + 13.607 | - 5 | + 31.274 | + 20 | + 17.255 | - 3 | - 7.614  | + 9  | 1.27554 | - 14 | 113 48.6  | - 1.3 | + 7.485 | - 6 |
| 44.2      | 0.6642  | + 0.0001 | + 0.67951 | + 2                                  | - 0.387                     | 0     | + 13.622 | - 6 | + 31.309 | + 20 | + 17.299 | - 3 | - 7.497  | + 9  | 1.27540 | - 14 | 113 25.9  | - 1.3 | + 7.505 | - 6 |
| 44.3      | 0.6652  | + 0.0001 | + 0.68028 | + 2                                  | - 0.392                     | 0     | + 13.638 | - 6 | + 31.345 | + 20 | + 17.343 | - 3 | - 7.380  | + 9  | 1.27527 | - 14 | 113 3.1   | - 1.2 | + 7.524 | - 6 |
| 44.4      | 0.6662  | + 0.0001 | + 0.68105 | + 2                                  | - 0.397                     | 0     | + 13.653 | - 6 | + 31.380 | + 20 | + 17.386 | - 3 | - 7.263  | + 9  | 1.27514 | - 14 | 112 40.4  | - 1.2 | + 7.542 | - 6 |
| 44.5      | 0.6672  | + 0.0001 | + 0.68182 | + 2                                  | - 0.401                     | 0     | + 13.669 | - 6 | + 31.416 | + 20 | + 17.429 | - 3 | - 7.146  | + 9  | 1.27502 | - 14 | 112 17.6  | - 1.2 | + 7.561 | - 6 |
| 44.6      | 0.6682  | + 0.0001 | + 0.68258 | + 2                                  | - 0.406                     | 0     | + 13.684 | - 6 | + 31.451 | + 20 | + 17.471 | - 3 | - 7.028  | + 9  | 1.27489 | - 14 | 111 54.8  | - 1.2 | + 7.579 | - 6 |
| 44.7      | 0.6692  | + 0.0001 | + 0.68334 | + 2                                  | - 0.410                     | 0     | + 13.699 | - 6 | + 31.486 | + 20 | + 17.513 | - 3 | - 6.910  | + 8  | 1.27477 | - 14 | 111 31.9  | - 1.2 | + 7.597 | - 6 |
| 44.8      | 0.6702  | + 0.0001 | + 0.68411 | + 2                                  | - 0.415                     | 0     | + 13.714 | - 6 | + 31.521 | + 20 | + 17.553 | - 3 | - 6.791  | + 8  | 1.27465 | - 14 | 111 9.1   | - 1.2 | + 7.615 | - 6 |
| 44.9      | 0.6712  | + 0.0001 | + 0.68486 | + 2                                  | - 0.419                     | 0     | + 13.730 | - 6 | + 31.556 | + 20 | + 17.593 | - 4 | - 6.673  | + 8  | 1.27453 | - 15 | 110 46.2  | - 1.2 | + 7.632 | - 6 |
| 45.0      | 0.6722  | + 0.0001 | + 0.68562 | + 2                                  | - 0.423                     | 0     | + 13.745 | - 6 | + 31.591 | + 20 | + 17.633 | - 4 | - 6.554  | + 8  | 1.27442 | - 15 | 110 23.3  | - 1.2 | + 7.649 | - 6 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau$ | $E_I$    | $A_I$     | $B_I$<br>( $g \sin G$ ) <sub>I</sub> | $(g \cos G)_I$ | $f_I$      | $C$ | $D$      | $\log h$ | $H$      |     |         |     |         |      |           |       |     |
|-----------|--------|----------|-----------|--------------------------------------|----------------|------------|-----|----------|----------|----------|-----|---------|-----|---------|------|-----------|-------|-----|
| 45.0      | 0.6722 | + 0.0001 | + 0.68562 | + 2                                  | - 0.423        | 0 + 13.745 | - 6 | + 31.591 | + 20     | + 17.633 | - 4 | - 6.554 | + 8 | 1.27442 | - 15 | 110° 23.3 | - 1.2 | + 7 |
| 45.1      | 0.6732 | + 0.0001 | + 0.68637 | + 2                                  | - 0.428        | 0 + 13.760 | - 6 | + 31.625 | + 20     | + 17.672 | - 4 | - 6.434 | + 8 | 1.27431 | - 15 | 110 0.4   | - 1.2 | + 7 |
| 45.2      | 0.6742 | + 0.0001 | + 0.68712 | + 2                                  | - 0.432        | 0 + 13.775 | - 6 | + 31.660 | + 20     | + 17.710 | - 4 | - 6.315 | + 8 | 1.27420 | - 15 | 109 37.5  | - 1.2 | + 7 |
| 45.3      | 0.6752 | + 0.0001 | + 0.68787 | + 1                                  | - 0.436        | 0 + 13.790 | - 6 | + 31.694 | + 20     | + 17.747 | - 4 | - 6.195 | + 8 | 1.27409 | - 15 | 109 14.5  | - 1.2 | + 7 |
| 45.4      | 0.6762 | + 0.0001 | + 0.68862 | + 1                                  | - 0.440        | 0 + 13.805 | - 6 | + 31.729 | + 20     | + 17.784 | - 4 | - 6.075 | + 8 | 1.27399 | - 15 | 108 51.6  | - 1.1 | + 7 |
| 45.5      | 0.6772 | + 0.0001 | + 0.68936 | + 1                                  | - 0.444        | 0 + 13.820 | - 6 | + 31.763 | + 20     | + 17.820 | - 4 | - 5.954 | + 8 | 1.27389 | - 15 | 108 28.6  | - 1.1 | + 7 |
| 45.6      | 0.6782 | + 0.0001 | + 0.69010 | + 1                                  | - 0.448        | 0 + 13.835 | - 6 | + 31.797 | + 20     | + 17.855 | - 4 | - 5.834 | + 8 | 1.27379 | - 15 | 108 5.6   | - 1.1 | + 7 |
| 45.7      | 0.6792 | + 0.0001 | + 0.69084 | + 1                                  | - 0.452        | 0 + 13.849 | - 6 | + 31.831 | + 20     | + 17.890 | - 4 | - 5.713 | + 8 | 1.27369 | - 15 | 107 42.6  | - 1.1 | + 7 |
| 45.8      | 0.6802 | + 0.0001 | + 0.69158 | + 1                                  | - 0.455        | 0 + 13.864 | - 6 | + 31.865 | + 20     | + 17.924 | - 4 | - 5.591 | + 8 | 1.27360 | - 15 | 107 19.6  | - 1.1 | + 7 |
| 45.9      | 0.6812 | + 0.0001 | + 0.69231 | + 1                                  | - 0.459        | 0 + 13.879 | - 6 | + 31.899 | + 20     | + 17.957 | - 5 | - 5.470 | + 8 | 1.27351 | - 15 | 106 56.5  | - 1.1 | + 7 |
| 46.0      | 0.6822 | + 0.0001 | + 0.69304 | + 1                                  | - 0.463        | 0 + 13.894 | - 6 | + 31.932 | + 20     | + 17.990 | - 5 | - 5.348 | + 7 | 1.27342 | - 15 | 106 33.4  | - 1.1 | + 7 |
| 46.1      | 0.6832 | + 0.0001 | + 0.69378 | + 1                                  | - 0.466        | 0 + 13.908 | - 6 | + 31.966 | + 20     | + 18.022 | - 5 | - 5.226 | + 7 | 1.27333 | - 15 | 106 10.4  | - 1.1 | + 7 |
| 46.2      | 0.6842 | + 0.0001 | + 0.69450 | + 1                                  | - 0.470        | 0 + 13.923 | - 6 | + 32.000 | + 20     | + 18.053 | - 5 | - 5.104 | + 7 | 1.27325 | - 15 | 105 47.3  | - 1.0 | + 7 |
| 46.3      | 0.6852 | + 0.0001 | + 0.69523 | + 1                                  | - 0.473        | 0 + 13.937 | - 6 | + 32.033 | + 20     | + 18.083 | - 5 | - 4.982 | + 7 | 1.27317 | - 15 | 105 24.2  | - 1.0 | + 7 |
| 46.4      | 0.6862 | + 0.0001 | + 0.69596 | + 1                                  | - 0.477        | 0 + 13.952 | - 6 | + 32.066 | + 20     | + 18.113 | - 5 | - 4.859 | + 7 | 1.27309 | - 15 | 105 1.0   | - 1.0 | + 7 |
| 46.5      | 0.6872 | + 0.0001 | + 0.69668 | + 1                                  | - 0.480        | 0 + 13.966 | - 6 | + 32.100 | + 20     | + 18.142 | - 5 | - 4.737 | + 7 | 1.27302 | - 15 | 104 37.9  | - 1.0 | + 7 |
| 46.6      | 0.6882 | + 0.0001 | + 0.69740 | + 1                                  | - 0.483        | 0 + 13.981 | - 6 | + 32.133 | + 20     | + 18.171 | - 5 | - 4.614 | + 7 | 1.27295 | - 15 | 104 14.8  | - 1.0 | + 7 |
| 46.7      | 0.6892 | + 0.0001 | + 0.69812 | + 1                                  | - 0.486        | 0 + 13.995 | - 6 | + 32.166 | + 20     | + 18.199 | - 5 | - 4.490 | + 7 | 1.27288 | - 15 | 103 51.6  | - 1.0 | + 7 |
| 46.8      | 0.6902 | + 0.0001 | + 0.69884 | + 1                                  | - 0.489        | 0 + 14.010 | - 6 | + 32.199 | + 20     | + 18.226 | - 5 | - 4.367 | + 7 | 1.27281 | - 15 | 103 28.4  | - 1.0 | + 7 |
| 46.9      | 0.6912 | + 0.0001 | + 0.69955 | + 1                                  | - 0.492        | 0 + 14.024 | - 6 | + 32.232 | + 20     | + 18.252 | - 5 | - 4.243 | + 7 | 1.27275 | - 15 | 103 5.2   | - 1.0 | + 7 |
| 47.0      | 0.6922 | + 0.0001 | + 0.70027 | + 1                                  | - 0.495        | 0 + 14.038 | - 6 | + 32.265 | + 20     | + 18.278 | - 5 | - 4.119 | + 7 | 1.27269 | - 15 | 102 42.0  | - 0.9 | + 7 |
| 47.1      | 0.6932 | + 0.0001 | + 0.70098 | + 1                                  | - 0.498        | 0 + 14.053 | - 6 | + 32.298 | + 20     | + 18.303 | - 6 | - 3.995 | + 6 | 1.27263 | - 16 | 102 18.8  | - 0.9 | + 7 |
| 47.2      | 0.6942 | + 0.0001 | + 0.70169 | + 1                                  | - 0.501        | 0 + 14.067 | - 6 | + 32.330 | + 20     | + 18.327 | - 6 | - 3.871 | + 6 | 1.27258 | - 16 | 101 55.6  | - 0.9 | + 7 |
| 47.3      | 0.6952 | + 0.0001 | + 0.70240 | + 1                                  | - 0.504        | 0 + 14.081 | - 6 | + 32.363 | + 20     | + 18.351 | - 6 | - 3.746 | + 6 | 1.27253 | - 16 | 101 32.3  | - 0.9 | + 7 |
| 47.4      | 0.6962 | + 0.0001 | + 0.70311 | + 1                                  | - 0.506        | 0 + 14.095 | - 6 | + 32.396 | + 20     | + 18.374 | - 6 | - 3.622 | + 6 | 1.27248 | - 16 | 101 9.1   | - 0.9 | + 7 |
| 47.5      | 0.6972 | + 0.0001 | + 0.70382 | + 1                                  | - 0.509        | 0 + 14.109 | - 6 | + 32.428 | + 20     | + 18.396 | - 6 | - 3.497 | + 6 | 1.27243 | - 16 | 100 45.8  | - 0.9 | + 7 |
| 47.6      | 0.6982 | + 0.0001 | + 0.70453 | + 1                                  | - 0.511        | 0 + 14.124 | - 6 | + 32.461 | + 20     | + 18.417 | - 6 | - 3.372 | + 6 | 1.27239 | - 16 | 100 22.5  | - 0.9 | + 7 |
| 47.7      | 0.6992 | + 0.0001 | + 0.70523 | + 1                                  | - 0.513        | 0 + 14.138 | - 6 | + 32.493 | + 20     | + 18.438 | - 6 | - 3.247 | + 6 | 1.27235 | - 16 | 99 59.2   | - 0.8 | + 7 |
| 47.8      | 0.7002 | + 0.0001 | + 0.70593 | + 1                                  | - 0.516        | 0 + 14.152 | - 6 | + 32.525 | + 20     | + 18.458 | - 6 | - 3.122 | + 6 | 1.27232 | - 16 | 99 35.9   | - 0.8 | + 8 |
| 47.9      | 0.7012 | 0.0000   | + 0.70663 | + 1                                  | - 0.518        | 0 + 14.166 | - 6 | + 32.558 | + 20     | + 18.478 | - 6 | - 2.996 | + 6 | 1.27228 | - 16 | 99 12.6   | - 0.8 | + 8 |
| 48.0      | 0.7022 | 0.0000   | + 0.70733 | + 1                                  | - 0.520        | 0 + 14.180 | - 6 | + 32.590 | + 20     | + 18.496 | - 6 | - 2.871 | + 6 | 1.27225 | - 16 | 98 49.3   | - 0.8 | + 8 |
| 48.1      | 0.7032 | 0.0000   | + 0.70803 | + 1                                  | - 0.522        | 0 + 14.194 | - 6 | + 32.622 | + 20     | + 18.514 | - 6 | - 2.745 | + 5 | 1.27223 | - 16 | 98 26.0   | - 0.8 | + 8 |
| 48.2      | 0.7042 | 0.0000   | + 0.70873 | + 1                                  | - 0.524        | 0 + 14.208 | - 6 | + 32.654 | + 20     | + 18.531 | - 6 | - 2.619 | + 5 | 1.27220 | - 16 | 98 2.6    | - 0.8 | + 8 |
| 48.3      | 0.7052 | 0.0000   | + 0.70942 | + 1                                  | - 0.526        | 0 + 14.222 | - 6 | + 32.686 | + 21     | + 18.548 | - 6 | - 2.493 | + 5 | 1.27218 | - 16 | 97 39.3   | - 0.8 | + 8 |
| 48.4      | 0.7062 | 0.0000   | + 0.71012 | + 1                                  | - 0.528        | 0 + 14.236 | - 6 | + 32.718 | + 21     | + 18.564 | - 6 | - 2.367 | + 5 | 1.27217 | - 16 | 97 15.9   | - 0.8 | + 8 |
| 48.5      | 0.7072 | 0.0000   | + 0.71081 | + 1                                  | - 0.530        | 0 + 14.250 | - 6 | + 32.750 | + 21     | + 18.579 | - 6 | - 2.240 | + 5 | 1.27215 | - 16 | 96 52.6   | - 0.8 | + 8 |
| 48.6      | 0.7082 | 0.0000   | + 0.71151 | + 1                                  | - 0.531        | 0 + 14.264 | - 6 | + 32.782 | + 21     | + 18.593 | - 6 | - 2.114 | + 5 | 1.27214 | - 16 | 96 29.2   | - 0.7 | + 8 |
| 48.7      | 0.7092 | 0.0000   | + 0.71220 | + 1                                  | - 0.533        | 0 + 14.277 | - 6 | + 32.814 | + 21     | + 18.607 | - 6 | - 1.987 | + 5 | 1.27213 | - 16 | 96 5.8    | - 0.7 | + 8 |
| 48.8      | 0.7102 | 0.0000   | + 0.71289 | + 1                                  | - 0.534        | 0 + 14.291 | - 6 | + 32.846 | + 21     | + 18.619 | - 6 | - 1.861 | + 5 | 1.27213 | - 16 | 95 42.4   | - 0.7 | + 8 |
| 48.9      | 0.7112 | 0.0000   | + 0.71358 | + 1                                  | - 0.536        | 0 + 14.305 | - 6 | + 32.877 | + 21     | + 18.632 | - 7 | - 1.734 | + 5 | 1.27213 | - 16 | 95 19.0   | - 0.7 | + 8 |
| 49.0      | 0.7122 | 0.0000   | + 0.71427 | + 1                                  | - 0.537        | 0 + 14.319 | - 6 | + 32.909 | + 21     | + 18.643 | - 7 | - 1.607 | + 4 | 1.27213 | - 16 | 94 55.6   | - 0.7 | + 8 |
| 49.1      | 0.7132 | 0.0000   | + 0.71496 | + 1                                  | - 0.538        | 0 + 14.333 | - 6 | + 32.941 | + 21     | + 18.654 | - 7 | - 1.480 | + 4 | 1.27214 | - 16 | 94 32.2   | - 0.7 | + 8 |
| 49.2      | 0.7142 | 0.0000   | + 0.71565 | + 1                                  | - 0.539        | 0 + 14.347 | - 6 | + 32.973 | + 21     | + 18.664 | - 7 | - 1.353 | + 4 | 1.27215 | - 16 | 94 8.8    | - 0.7 | + 8 |
| 49.3      | 0.7152 | 0.0000   | + 0.71634 | + 1                                  | - 0.541        | 0 + 14.360 | - 6 | + 33.004 | + 21     | + 18.674 | - 7 | - 1.226 | + 4 | 1.27216 | - 16 | 93 45.4   | - 0.7 | + 8 |
| 49.4      | 0.7162 | 0.0000   | + 0.71702 | + 1                                  | - 0.542        | 0 + 14.374 | - 6 | + 33.036 | + 21     | + 18.682 | - 7 | - 1.099 | + 4 | 1.27217 | - 16 | 93 21.9   | - 0.7 | + 8 |
| 49.5      | 0.7172 | 0.0000   | + 0.71771 | + 1                                  | - 0.542        | 0 + 14.388 | - 6 | + 33.067 | + 21     | + 18.690 | - 7 | - 0.971 | + 4 | 1.27219 | - 16 | 92 58.5   | - 0.7 | + 8 |
| 49.6      | 0.7182 | 0.0000   | + 0.71840 | + 1                                  | - 0.543        | 0 + 14.402 | - 6 | + 33.099 | + 21     | + 18.697 | - 7 | - 0.844 | + 4 | 1.27221 | - 16 | 92 35.1   | - 0.6 | + 8 |
| 49.7      | 0.7192 | 0.0000   | + 0.71908 | + 1                                  | - 0.544        | 0 + 14.416 | - 6 | + 33.131 | + 21     | + 18.703 | - 7 | - 0.716 | + 4 | 1.27224 | - 16 | 92 11.6   | - 0.6 | + 8 |
| 49.8      | 0.7202 | 0.0000   | + 0.71977 | + 1                                  | - 0.545        | 0 + 14.429 | - 6 | + 33.162 | + 21     | + 18.709 | - 7 | - 0.589 | + 3 | 1.27226 | - 16 | 91 48.2   | - 0.6 | + 8 |
| 49.9      | 0.7212 | 0.0000   | + 0.72045 | + 1                                  | - 0.545        | 0 + 14.443 | - 6 | + 33.194 | + 21     | + 18.714 | - 7 | - 0.461 | + 3 | 1.27229 | - 16 | 91 24.7   | - 0.6 | + 8 |
| 50.0      | 0.7222 | 0.0000   | + 0.72114 | + 1                                  | - 0.546        | 0 + 14.457 | - 6 | + 33.225 | + 21     | + 18.718 | - 7 | - 0.334 | + 3 | 1.27233 | - 16 | 91 1.3    | - 0.6 | + 8 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten I angesetzt.



Tafel Xc.

| $\frac{r}{R}$<br>I | $r'$   | $E_I$    | $A_I$     | $\frac{B_I}{(g \sin G)_I}$ | $(g \cos G)_I$ | $f_I$ | $C$      | $D$ | $\log h$ | $H$  | $i$      |     |         |     |         |      |         |       |         |     |
|--------------------|--------|----------|-----------|----------------------------|----------------|-------|----------|-----|----------|------|----------|-----|---------|-----|---------|------|---------|-------|---------|-----|
| 50.0               | 0.7222 | 0.0000   | + 0.72114 | + 1                        | - 0.546        | + 1   | + 14.457 | - 6 | + 33.225 | + 21 | + 18.718 | - 7 | - 0.334 | + 3 | 1.27233 | - 16 | 91° 1'3 | - 0.6 | + 8.120 | - 8 |
| 50.1               | 0.7232 | 0.0000   | + 0.72182 | + 1                        | - 0.546        | + 1   | + 14.470 | - 6 | + 33.257 | + 21 | + 18.721 | - 7 | - 0.206 | + 3 | 1.27237 | - 17 | 90 37.8 | - 0.6 | + 8.122 | - 8 |
| 50.2               | 0.7242 | 0.0000   | + 0.72251 | + 1                        | - 0.546        | + 1   | + 14.484 | - 6 | + 33.288 | + 21 | + 18.724 | - 7 | - 0.078 | + 3 | 1.27241 | - 17 | 90 14.3 | - 0.6 | + 8.123 | - 8 |
| 50.3               | 0.7252 | 0.0000   | + 0.72319 | + 1                        | - 0.547        | + 1   | + 14.498 | - 6 | + 33.320 | + 21 | + 18.726 | - 7 | + 0.050 | + 3 | 1.27245 | - 17 | 89 50.9 | - 0.6 | + 8.124 | - 8 |
| 50.4               | 0.7262 | 0.0000   | + 0.72388 | + 1                        | - 0.547        | + 1   | + 14.512 | - 6 | + 33.351 | + 21 | + 18.728 | - 7 | + 0.177 | + 3 | 1.27250 | - 17 | 89 27.4 | - 0.5 | + 8.124 | - 8 |
| 50.5               | 0.7272 | 0.0000   | + 0.72456 | + 1                        | - 0.547        | + 1   | + 14.525 | - 6 | + 33.383 | + 21 | + 18.728 | - 7 | + 0.305 | + 3 | 1.27255 | - 17 | 89 3.9  | - 0.5 | + 8.125 | - 8 |
| 50.6               | 0.7282 | 0.0000   | + 0.72525 | + 1                        | - 0.547        | + 1   | + 14.539 | - 6 | + 33.414 | + 21 | + 18.728 | - 7 | + 0.433 | + 3 | 1.27261 | - 17 | 88 40.5 | - 0.5 | + 8.125 | - 8 |
| 50.7               | 0.7292 | 0.0000   | + 0.72593 | + 1                        | - 0.547        | + 1   | + 14.553 | - 6 | + 33.446 | + 21 | + 18.727 | - 7 | + 0.561 | + 2 | 1.27266 | - 17 | 88 17.0 | - 0.5 | + 8.124 | - 8 |
| 50.8               | 0.7302 | 0.0000   | + 0.72662 | + 1                        | - 0.547        | + 1   | + 14.567 | - 6 | + 33.477 | + 21 | + 18.725 | - 7 | + 0.689 | + 2 | 1.27272 | - 17 | 87 53.5 | - 0.5 | + 8.124 | - 8 |
| 50.9               | 0.7312 | 0.0000   | + 0.72730 | + 1                        | - 0.546        | + 1   | + 14.580 | - 6 | + 33.509 | + 21 | + 18.723 | - 7 | + 0.817 | + 2 | 1.27279 | - 17 | 87 30.0 | - 0.5 | + 8.123 | - 8 |
| 51.0               | 0.7322 | 0.0000   | + 0.72799 | + 1                        | - 0.546        | + 1   | + 14.594 | - 6 | + 33.540 | + 21 | + 18.720 | - 7 | + 0.945 | + 2 | 1.27285 | - 17 | 87 6.6  | - 0.5 | + 8.121 | - 8 |
| 51.1               | 0.7332 | 0.0000   | + 0.72867 | + 1                        | - 0.546        | + 1   | + 14.608 | - 6 | + 33.572 | + 21 | + 18.716 | - 7 | + 1.073 | + 2 | 1.27292 | - 17 | 86 43.1 | - 0.5 | + 8.119 | - 8 |
| 51.2               | 0.7342 | 0.0000   | + 0.72936 | + 1                        | - 0.545        | + 1   | + 14.621 | - 6 | + 33.603 | + 21 | + 18.711 | - 7 | + 1.201 | + 2 | 1.27300 | - 17 | 86 19.6 | - 0.4 | + 8.118 | - 8 |
| 51.3               | 0.7352 | 0.0000   | + 0.73004 | + 1                        | - 0.544        | + 1   | + 14.635 | - 6 | + 33.635 | + 21 | + 18.706 | - 7 | + 1.329 | + 2 | 1.27308 | - 17 | 85 56.2 | - 0.4 | + 8.115 | - 8 |
| 51.4               | 0.7362 | - 0.0001 | + 0.73073 | + 1                        | - 0.544        | + 1   | + 14.649 | - 6 | + 33.666 | + 21 | + 18.700 | - 7 | + 1.457 | + 2 | 1.27316 | - 17 | 85 32.7 | - 0.4 | + 8.113 | - 8 |
| 51.5               | 0.7372 | - 0.0001 | + 0.73141 | + 1                        | - 0.543        | + 1   | + 14.663 | - 6 | + 33.698 | + 21 | + 18.693 | - 7 | + 1.585 | + 1 | 1.27324 | - 17 | 85 9.2  | - 0.4 | + 8.110 | - 8 |
| 51.6               | 0.7382 | - 0.0001 | + 0.73210 | + 1                        | - 0.543        | + 1   | + 14.676 | - 6 | + 33.730 | + 21 | + 18.686 | - 7 | + 1.713 | + 1 | 1.27333 | - 17 | 84 45.7 | - 0.4 | + 8.106 | - 8 |
| 51.7               | 0.7392 | - 0.0001 | + 0.73279 | + 1                        | - 0.541        | + 1   | + 14.690 | - 6 | + 33.761 | + 21 | + 18.677 | - 7 | + 1.841 | + 1 | 1.27342 | - 17 | 84 22.3 | - 0.4 | + 8.103 | - 8 |
| 51.8               | 0.7402 | - 0.0001 | + 0.73348 | + 1                        | - 0.540        | + 1   | + 14.704 | - 6 | + 33.793 | + 21 | + 18.668 | - 8 | + 1.969 | + 1 | 1.27351 | - 17 | 83 58.8 | - 0.4 | + 8.099 | - 8 |
| 51.9               | 0.7412 | - 0.0001 | + 0.73417 | + 1                        | - 0.539        | + 1   | + 14.718 | - 6 | + 33.825 | + 21 | + 18.658 | - 8 | + 2.096 | + 1 | 1.27361 | - 17 | 83 35.4 | - 0.3 | + 8.095 | - 8 |
| 52.0               | 0.7422 | - 0.0001 | + 0.73485 | + 1                        | - 0.538        | + 1   | + 14.732 | - 6 | + 33.856 | + 21 | + 18.648 | - 8 | + 2.224 | + 1 | 1.27371 | - 17 | 83 11.9 | - 0.3 | + 8.090 | - 8 |
| 52.1               | 0.7432 | - 0.0001 | + 0.73554 | + 1                        | - 0.536        | + 1   | + 14.745 | - 6 | + 33.888 | + 21 | + 18.637 | - 8 | + 2.352 | + 1 | 1.27381 | - 17 | 82 48.4 | - 0.3 | + 8.085 | - 8 |
| 52.2               | 0.7442 | - 0.0001 | + 0.73623 | + 1                        | - 0.535        | + 1   | + 14.759 | - 6 | + 33.920 | + 22 | + 18.625 | - 8 | + 2.480 | 0   | 1.27391 | - 17 | 82 25.0 | - 0.3 | + 8.080 | - 8 |
| 52.3               | 0.7452 | - 0.0001 | + 0.73693 | + 1                        | - 0.533        | + 1   | + 14.773 | - 6 | + 33.952 | + 22 | + 18.612 | - 8 | + 2.607 | 0   | 1.27402 | - 17 | 82 1.6  | - 0.3 | + 8.075 | - 8 |
| 52.4               | 0.7462 | - 0.0001 | + 0.73762 | + 1                        | - 0.532        | + 1   | + 14.787 | - 6 | + 33.984 | + 22 | + 18.599 | - 8 | + 2.735 | 0   | 1.27413 | - 17 | 81 38.1 | - 0.3 | + 8.069 | - 8 |
| 52.5               | 0.7472 | - 0.0001 | + 0.73831 | + 1                        | - 0.530        | + 1   | + 14.801 | - 6 | + 34.015 | + 22 | + 18.585 | - 8 | + 2.862 | 0   | 1.27425 | - 17 | 81 14.7 | - 0.2 | + 8.063 | - 8 |
| 52.6               | 0.7482 | - 0.0001 | + 0.73900 | + 1                        | - 0.529        | + 1   | + 14.815 | - 6 | + 34.047 | + 22 | + 18.570 | - 8 | + 2.990 | 0   | 1.27437 | - 17 | 80 51.2 | - 0.2 | + 8.056 | - 8 |
| 52.7               | 0.7492 | - 0.0001 | + 0.73970 | + 1                        | - 0.527        | + 1   | + 14.829 | - 6 | + 34.079 | + 22 | + 18.554 | - 8 | + 3.117 | 0   | 1.27449 | - 17 | 80 27.8 | - 0.2 | + 8.050 | - 8 |
| 52.8               | 0.7502 | - 0.0001 | + 0.74039 | + 1                        | - 0.525        | + 1   | + 14.843 | - 6 | + 34.111 | + 22 | + 18.538 | - 8 | + 3.244 | 0   | 1.27461 | - 17 | 80 4.4  | - 0.2 | + 8.043 | - 8 |
| 52.9               | 0.7512 | - 0.0001 | + 0.74109 | + 1                        | - 0.523        | + 1   | + 14.857 | - 6 | + 34.143 | + 22 | + 18.521 | - 8 | + 3.371 | 0   | 1.27474 | - 17 | 79 41.0 | - 0.2 | + 8.035 | - 8 |
| 53.0               | 0.7522 | - 0.0001 | + 0.74179 | + 1                        | - 0.521        | + 1   | + 14.871 | - 6 | + 34.176 | + 22 | + 18.503 | - 8 | + 3.498 | 0   | 1.27487 | - 17 | 79 17.6 | - 0.2 | + 8.027 | - 8 |
| 53.1               | 0.7532 | - 0.0001 | + 0.74249 | + 1                        | - 0.519        | + 1   | + 14.885 | - 6 | + 34.208 | + 22 | + 18.484 | - 8 | + 3.625 | - 1 | 1.27500 | - 17 | 78 54.2 | - 0.2 | + 8.019 | - 8 |
| 53.2               | 0.7542 | - 0.0001 | + 0.74319 | + 1                        | - 0.516        | + 1   | + 14.899 | - 6 | + 34.240 | + 22 | + 18.465 | - 8 | + 3.752 | - 1 | 1.27514 | - 17 | 78 30.8 | - 0.2 | + 8.011 | - 8 |
| 53.3               | 0.7552 | - 0.0001 | + 0.74389 | + 1                        | - 0.514        | + 1   | + 14.913 | - 6 | + 34.272 | + 22 | + 18.445 | - 8 | + 3.879 | - 1 | 1.27528 | - 18 | 78 7.4  | - 0.1 | + 8.002 | - 8 |
| 53.4               | 0.7562 | - 0.0001 | + 0.74460 | + 1                        | - 0.512        | + 1   | + 14.927 | - 6 | + 34.305 | + 22 | + 18.424 | - 8 | + 4.006 | - 1 | 1.27542 | - 18 | 77 44.0 | - 0.1 | + 7.993 | - 8 |
| 53.5               | 0.7572 | - 0.0001 | + 0.74530 | + 1                        | - 0.509        | + 1   | + 14.941 | - 6 | + 34.337 | + 22 | + 18.403 | - 8 | + 4.132 | - 1 | 1.27556 | - 18 | 77 20.6 | - 0.1 | + 7.984 | - 8 |
| 53.6               | 0.7582 | - 0.0001 | + 0.74601 | + 1                        | - 0.507        | + 1   | + 14.955 | - 6 | + 34.370 | + 22 | + 18.380 | - 8 | + 4.259 | - 1 | 1.27571 | - 18 | 76 57.3 | - 0.1 | + 7.974 | - 8 |
| 53.7               | 0.7592 | - 0.0001 | + 0.74672 | + 1                        | - 0.504        | + 1   | + 14.970 | - 6 | + 34.402 | + 22 | + 18.357 | - 8 | + 4.385 | - 1 | 1.27586 | - 18 | 76 33.9 | - 0.1 | + 7.964 | - 8 |
| 53.8               | 0.7602 | - 0.0001 | + 0.74743 | + 1                        | - 0.501        | + 1   | + 14.984 | - 6 | + 34.435 | + 22 | + 18.334 | - 8 | + 4.511 | - 1 | 1.27601 | - 18 | 76 10.6 | - 0.1 | + 7.954 | - 8 |
| 53.9               | 0.7612 | - 0.0001 | + 0.74814 | + 1                        | - 0.499        | + 1   | + 14.998 | - 6 | + 34.467 | + 22 | + 18.309 | - 8 | + 4.637 | - 2 | 1.27617 | - 18 | 75 47.2 | 0.0   | + 7.943 | - 8 |
| 54.0               | 0.7622 | - 0.0001 | + 0.74885 | + 1                        | - 0.496        | + 1   | + 15.012 | - 6 | + 34.500 | + 22 | + 18.284 | - 8 | + 4.763 | - 2 | 1.27633 | - 18 | 75 23.9 | 0.0   | + 7.933 | - 8 |
| 54.1               | 0.7632 | - 0.0001 | + 0.74956 | + 1                        | - 0.493        | + 1   | + 15.027 | - 6 | + 34.533 | + 22 | + 18.258 | - 8 | + 4.889 | - 2 | 1.27649 | - 18 | 75 0.6  | 0.0   | + 7.921 | - 8 |
| 54.2               | 0.7642 | - 0.0001 | + 0.75028 | + 1                        | - 0.490        | + 1   | + 15.041 | - 6 | + 34.566 | + 22 | + 18.232 | - 7 | + 5.014 | - 2 | 1.27665 | - 18 | 74 37.3 | 0.0   | + 7.910 | - 8 |
| 54.3               | 0.7652 | - 0.0001 | + 0.75100 | + 1                        | - 0.487        | + 1   | + 15.055 | - 6 | + 34.599 | + 22 | + 18.204 | - 7 | + 5.140 | - 2 | 1.27682 | - 18 | 74 14.0 | 0.0   | + 7.898 | - 8 |
| 54.4               | 0.7662 | - 0.0001 | + 0.75172 | + 1                        | - 0.483        | + 1   | + 15.070 | - 6 | + 34.632 | + 22 | + 18.176 | - 7 | + 5.265 | - 2 | 1.27699 | - 18 | 73 50.7 | 0.0   | + 7.886 | - 8 |
| 54.5               | 0.7672 | - 0.0001 | + 0.75244 | + 1                        | - 0.480        | + 1   | + 15.084 | - 6 | + 34.665 | + 22 | + 18.147 | - 7 | + 5.390 | - 2 | 1.27716 | - 18 | 73 27.4 | 0.0   | + 7.873 | - 8 |
| 54.6               | 0.7682 | - 0.0001 | + 0.75316 | + 1                        | - 0.477        | + 1   | + 15.099 | - 6 | + 34.699 | + 22 | + 18.117 | - 7 | + 5.515 | - 2 | 1.27734 | - 18 | 73 4.2  | 0.0   | + 7.860 | - 8 |
| 54.7               | 0.7692 | - 0.0001 | + 0.75389 | + 1                        | - 0.473        | + 1   | + 15.113 | - 6 | + 34.732 | + 22 | + 18.087 | - 7 | + 5.640 | - 3 | 1.27752 | - 18 | 72 40.9 | + 0.1 | + 7.847 | - 8 |
| 54.8               | 0.7702 | - 0.0001 | + 0.75462 | + 1                        | - 0.470        | + 1   | + 15.128 | - 6 | + 34.766 | + 22 | + 18.056 | - 7 | + 5.764 | - 3 | 1.27770 | - 18 | 72 17.7 | + 0.1 | + 7.834 | - 8 |
| 54.9               | 0.7712 | - 0.0001 | + 0.75535 | + 1                        | - 0.466        | + 1   | + 15.142 | - 6 | + 34.799 | + 22 | + 18.024 | - 7 | + 5.888 | - 3 | 1.27788 | - 18 | 71 54.5 | + 0.1 | + 7.820 | - 8 |
| 55.0               | 0.7722 | - 0.0001 | + 0.75608 | + 1                        | - 0.463        | + 1   | + 15.157 | - 6 | + 34.833 | + 22 | + 17.992 | - 7 | + 6.013 | - 3 | 1.27807 | - 18 | 71 31.3 | + 0.1 | + 7.806 | - 8 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_I$   | $A_I$    |    | $B_I$<br>( $g \sin G_I$ ) |    | $(g \cos G_I)_I$ |    | $f_I$   |     | $C$     |    | $D$     |    | $\log h$ | $H$ |         | $i$  |        |
|-----------|---------|---------|----------|----|---------------------------|----|------------------|----|---------|-----|---------|----|---------|----|----------|-----|---------|------|--------|
| 55.0      | 0.7722  | -0.0001 | +0.75608 | +1 | -0.463                    | +1 | +15.157          | -6 | +34.833 | +22 | +17.992 | -7 | +6.013  | -3 | 1.27807  | -18 | 71.313  | +0.1 | +7.780 |
| 55.1      | 0.7732  | -0.0001 | +0.75681 | +1 | -0.459                    | +1 | +15.172          | -6 | +34.867 | +22 | +17.959 | -7 | +6.136  | -3 | 1.27826  | -18 | 71.8.1  | +0.1 | +7.791 |
| 55.2      | 0.7742  | -0.0002 | +0.75755 | +1 | -0.455                    | +1 | +15.187          | -6 | +34.901 | +22 | +17.925 | -7 | +6.260  | -3 | 1.27845  | -18 | 70.44.9 | +0.1 | +7.776 |
| 55.3      | 0.7752  | -0.0002 | +0.75829 | +1 | -0.451                    | +1 | +15.201          | -6 | +34.935 | +22 | +17.890 | -7 | +6.384  | -3 | 1.27864  | -18 | 70.21.7 | +0.1 | +7.761 |
| 55.4      | 0.7762  | -0.0002 | +0.75903 | +1 | -0.447                    | +1 | +15.216          | -6 | +34.969 | +22 | +17.855 | -7 | +6.507  | -4 | 1.27884  | -18 | 69.58.6 | +0.1 | +7.746 |
| 55.5      | 0.7772  | -0.0002 | +0.75977 | +1 | -0.443                    | +1 | +15.231          | -6 | +35.003 | +22 | +17.819 | -7 | +6.630  | -4 | 1.27904  | -18 | 69.35.4 | +0.2 | +7.730 |
| 55.6      | 0.7782  | -0.0002 | +0.76051 | +1 | -0.439                    | +1 | +15.246          | -6 | +35.037 | +22 | +17.782 | -7 | +6.753  | -4 | 1.27924  | -18 | 69.12.3 | +0.2 | +7.714 |
| 55.7      | 0.7792  | -0.0002 | +0.76126 | +1 | -0.435                    | +1 | +15.261          | -6 | +35.072 | +22 | +17.744 | -7 | +6.876  | -4 | 1.27944  | -18 | 68.49.2 | +0.2 | +7.698 |
| 55.8      | 0.7802  | -0.0002 | +0.76201 | +1 | -0.431                    | +1 | +15.276          | -6 | +35.106 | +22 | +17.706 | -7 | +6.998  | -4 | 1.27965  | -18 | 68.26.1 | +0.2 | +7.681 |
| 55.9      | 0.7812  | -0.0002 | +0.76277 | +1 | -0.426                    | +1 | +15.291          | -6 | +35.141 | +22 | +17.667 | -7 | +7.120  | -4 | 1.27986  | -18 | 68.3.0  | +0.2 | +7.664 |
| 56.0      | 0.7822  | -0.0002 | +0.76352 | +1 | -0.422                    | +1 | +15.306          | -6 | +35.176 | +22 | +17.628 | -7 | +7.242  | -4 | 1.28007  | -18 | 67.39.9 | +0.2 | +7.647 |
| 56.1      | 0.7832  | -0.0002 | +0.76428 | +1 | -0.417                    | +1 | +15.322          | -6 | +35.210 | +22 | +17.587 | -7 | +7.364  | -4 | 1.28028  | -18 | 67.16.8 | +0.3 | +7.630 |
| 56.2      | 0.7842  | -0.0002 | +0.76504 | +1 | -0.413                    | +1 | +15.337          | -6 | +35.245 | +22 | +17.546 | -7 | +7.485  | -5 | 1.28049  | -18 | 66.53.8 | +0.3 | +7.611 |
| 56.3      | 0.7852  | -0.0002 | +0.76580 | +1 | -0.408                    | +1 | +15.352          | -6 | +35.281 | +22 | +17.505 | -7 | +7.607  | -5 | 1.28071  | -18 | 66.30.8 | +0.3 | +7.594 |
| 56.4      | 0.7862  | -0.0002 | +0.76657 | +1 | -0.404                    | +1 | +15.367          | -6 | +35.316 | +22 | +17.462 | -7 | +7.728  | -5 | 1.28093  | -18 | 66.7.7  | +0.3 | +7.577 |
| 56.5      | 0.7872  | -0.0002 | +0.76734 | +1 | -0.399                    | +1 | +15.383          | -6 | +35.351 | +23 | +17.419 | -7 | +7.848  | -5 | 1.28115  | -18 | 65.44.7 | +0.3 | +7.559 |
| 56.6      | 0.7882  | -0.0002 | +0.76811 | +1 | -0.394                    | 0  | +15.398          | -7 | +35.387 | +23 | +17.375 | -7 | +7.969  | -5 | 1.28137  | -18 | 65.21.8 | +0.3 | +7.539 |
| 56.7      | 0.7892  | -0.0002 | +0.76888 | +1 | -0.389                    | 0  | +15.414          | -7 | +35.422 | +23 | +17.330 | -7 | +8.089  | -5 | 1.28160  | -19 | 64.58.8 | +0.3 | +7.519 |
| 56.8      | 0.7902  | -0.0002 | +0.76966 | +1 | -0.384                    | 0  | +15.429          | -7 | +35.458 | +23 | +17.285 | -6 | +8.208  | -5 | 1.28183  | -19 | 64.35.8 | +0.3 | +7.499 |
| 56.9      | 0.7912  | -0.0002 | +0.77044 | +1 | -0.379                    | 0  | +15.445          | -7 | +35.494 | +23 | +17.239 | -6 | +8.328  | -5 | 1.28205  | -19 | 64.12.9 | +0.4 | +7.479 |
| 57.0      | 0.7922  | -0.0002 | +0.77122 | +1 | -0.374                    | 0  | +15.461          | -7 | +35.530 | +23 | +17.192 | -6 | +8.447  | -5 | 1.28229  | -19 | 63.50.0 | +0.4 | +7.459 |
| 57.1      | 0.7932  | -0.0002 | +0.77201 | +1 | -0.369                    | 0  | +15.477          | -7 | +35.566 | +23 | +17.145 | -6 | +8.566  | -6 | 1.28252  | -19 | 63.27.1 | +0.4 | +7.439 |
| 57.2      | 0.7942  | -0.0002 | +0.77280 | +1 | -0.364                    | 0  | +15.492          | -7 | +35.603 | +23 | +17.096 | -6 | +8.685  | -6 | 1.28275  | -19 | 63.4.2  | +0.4 | +7.419 |
| 57.3      | 0.7952  | -0.0002 | +0.77359 | +1 | -0.359                    | 0  | +15.508          | -7 | +35.639 | +23 | +17.048 | -6 | +8.803  | -6 | 1.28299  | -19 | 62.41.4 | +0.4 | +7.399 |
| 57.4      | 0.7962  | -0.0002 | +0.77438 | +1 | -0.354                    | 0  | +15.524          | -7 | +35.676 | +23 | +16.998 | -6 | +8.921  | -6 | 1.28323  | -19 | 62.18.5 | +0.4 | +7.379 |
| 57.5      | 0.7972  | -0.0002 | +0.77518 | +1 | -0.348                    | 0  | +15.540          | -7 | +35.712 | +23 | +16.948 | -6 | +9.039  | -6 | 1.28347  | -19 | 61.55.7 | +0.4 | +7.359 |
| 57.6      | 0.7982  | -0.0002 | +0.77598 | +1 | -0.343                    | 0  | +15.556          | -7 | +35.749 | +23 | +16.897 | -6 | +9.156  | -6 | 1.28371  | -19 | 61.32.9 | +0.4 | +7.339 |
| 57.7      | 0.7992  | -0.0002 | +0.77678 | +1 | -0.337                    | 0  | +15.572          | -7 | +35.786 | +23 | +16.845 | -6 | +9.273  | -6 | 1.28395  | -19 | 61.10.1 | +0.5 | +7.319 |
| 57.8      | 0.8002  | -0.0002 | +0.77759 | 0  | -0.332                    | 0  | +15.589          | -7 | +35.823 | +23 | +16.793 | -6 | +9.390  | -6 | 1.28420  | -19 | 60.47.3 | +0.5 | +7.299 |
| 57.9      | 0.8012  | -0.0002 | +0.77840 | 0  | -0.326                    | 0  | +15.605          | -7 | +35.861 | +23 | +16.740 | -6 | +9.506  | -6 | 1.28444  | -19 | 60.24.6 | +0.5 | +7.269 |
| 58.0      | 0.8022  | -0.0002 | +0.77922 | 0  | -0.321                    | 0  | +15.621          | -7 | +35.898 | +23 | +16.686 | -6 | +9.622  | -7 | 1.28469  | -19 | 60.1.8  | +0.5 | +7.239 |
| 58.1      | 0.8032  | -0.0002 | +0.78003 | 0  | -0.315                    | 0  | +15.637          | -7 | +35.936 | +23 | +16.632 | -6 | +9.737  | -7 | 1.28494  | -19 | 59.39.1 | +0.5 | +7.219 |
| 58.2      | 0.8042  | -0.0002 | +0.78085 | 0  | -0.309                    | 0  | +15.654          | -7 | +35.974 | +23 | +16.577 | -6 | +9.853  | -7 | 1.28519  | -19 | 59.16.4 | +0.5 | +7.191 |
| 58.3      | 0.8052  | -0.0002 | +0.78168 | 0  | -0.303                    | 0  | +15.670          | -7 | +36.011 | +23 | +16.521 | -6 | +9.968  | -7 | 1.28544  | -19 | 58.53.8 | +0.5 | +7.167 |
| 58.4      | 0.8062  | -0.0002 | +0.78251 | 0  | -0.298                    | 0  | +15.687          | -7 | +36.050 | +23 | +16.464 | -5 | +10.082 | -7 | 1.28570  | -19 | 58.31.1 | +0.5 | +7.143 |
| 58.5      | 0.8072  | -0.0002 | +0.78334 | 0  | -0.292                    | 0  | +15.704          | -7 | +36.088 | +23 | +16.407 | -5 | +10.196 | -7 | 1.28595  | -19 | 58.8.5  | +0.6 | +7.118 |
| 58.6      | 0.8082  | -0.0002 | +0.78417 | 0  | -0.286                    | 0  | +15.720          | -7 | +36.126 | +23 | +16.350 | -5 | +10.310 | -7 | 1.28621  | -19 | 57.45.9 | +0.6 | +7.093 |
| 58.7      | 0.8092  | -0.0002 | +0.78501 | 0  | -0.280                    | 0  | +15.737          | -7 | +36.165 | +23 | +16.291 | -5 | +10.424 | -7 | 1.28647  | -19 | 57.23.3 | +0.6 | +7.068 |
| 58.8      | 0.8102  | -0.0002 | +0.78585 | 0  | -0.274                    | 0  | +15.754          | -7 | +36.204 | +23 | +16.232 | -5 | +10.537 | -7 | 1.28672  | -19 | 57.0.7  | +0.6 | +7.042 |
| 58.9      | 0.8112  | -0.0002 | +0.78670 | 0  | -0.268                    | 0  | +15.771          | -7 | +36.243 | +23 | +16.172 | -5 | +10.649 | -7 | 1.28698  | -19 | 56.38.1 | +0.6 | +7.016 |
| 59.0      | 0.8122  | -0.0002 | +0.78754 | 0  | -0.262                    | 0  | +15.788          | -7 | +36.282 | +23 | +16.112 | -5 | +10.762 | -8 | 1.28725  | -19 | 56.15.6 | +0.6 | +6.990 |
| 59.1      | 0.8132  | -0.0002 | +0.78840 | 0  | -0.255                    | 0  | +15.805          | -7 | +36.321 | +23 | +16.051 | -5 | +10.873 | -8 | 1.28751  | -19 | 55.53.1 | +0.6 | +6.963 |
| 59.2      | 0.8142  | -0.0002 | +0.78925 | 0  | -0.249                    | 0  | +15.822          | -7 | +36.360 | +23 | +15.989 | -5 | +10.985 | -8 | 1.28777  | -19 | 55.30.6 | +0.6 | +6.936 |
| 59.3      | 0.8152  | -0.0002 | +0.79011 | 0  | -0.243                    | 0  | +15.839          | -7 | +36.400 | +23 | +15.927 | -5 | +11.096 | -8 | 1.28804  | -19 | 55.8.1  | +0.7 | +6.909 |
| 59.4      | 0.8162  | -0.0002 | +0.79097 | 0  | -0.237                    | 0  | +15.857          | -7 | +36.440 | +23 | +15.864 | -5 | +11.206 | -8 | 1.28830  | -19 | 54.45.7 | +0.7 | +6.882 |
| 59.5      | 0.8172  | -0.0002 | +0.79184 | 0  | -0.230                    | 0  | +15.874          | -7 | +36.480 | +23 | +15.800 | -5 | +11.317 | -8 | 1.28857  | -19 | 54.23.2 | +0.7 | +6.854 |
| 59.6      | 0.8182  | -0.0002 | +0.79271 | 0  | -0.224                    | 0  | +15.892          | -7 | +36.520 | +23 | +15.735 | -4 | +11.427 | -8 | 1.28884  | -19 | 54.0.8  | +0.7 | +6.828 |
| 59.7      | 0.8192  | -0.0002 | +0.79359 | 0  | -0.218                    | 0  | +15.909          | -7 | +36.560 | +23 | +15.670 | -4 | +11.536 | -8 | 1.28911  | -19 | 53.38.5 | +0.7 | +6.799 |
| 59.8      | 0.8202  | -0.0002 | +0.79447 | 0  | -0.211                    | 0  | +15.927          | -7 | +36.600 | +23 | +15.605 | -4 | +11.645 | -8 | 1.28938  | -19 | 53.16.1 | +0.7 | +6.770 |
| 59.9      | 0.8212  | -0.0002 | +0.79535 | 0  | -0.205                    | 0  | +15.944          | -7 | +36.641 | +23 | +15.538 | -4 | +11.753 | -8 | 1.28965  | -19 | 52.53.7 | +0.7 | +6.741 |
| 60.0      | 0.8222  | -0.0002 | +0.79623 | 0  | -0.198                    | 0  | +15.962          | -7 | +36.682 | +23 | +15.471 | -4 | +11.861 | -8 | 1.28992  | -19 | 52.31.4 | +0.7 | +6.711 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Dec angesetzt.



Tafel Xc.

| $r'$ | $E_I$   | $A_I$    | $B_I$<br>( $g \sin G$ ) <sub>I</sub> | ( $g \cos G$ ) <sub>I</sub> | $f_I$ | $C$     | $D$ | $\log h$ | $H$ | $i$     |    |         |     |         |     |         |      |        |    |
|------|---------|----------|--------------------------------------|-----------------------------|-------|---------|-----|----------|-----|---------|----|---------|-----|---------|-----|---------|------|--------|----|
| 3222 | -0.0002 | +0.79623 | 0                                    | -0.198                      | 0     | +15.962 | -7  | +36.682  | +23 | +15.471 | -4 | +11.861 | -8  | 1.28992 | -19 | 52°31'4 | +0.7 | +6.712 | -6 |
| 3232 | -0.0002 | +0.79712 | 0                                    | -0.191                      | 0     | +15.980 | -7  | +36.723  | +23 | +15.403 | -4 | +11.969 | -9  | 1.29019 | -19 | 52 9.1  | +0.7 | +6.682 | -6 |
| 3242 | -0.0002 | +0.79802 | -1                                   | -0.185                      | 0     | +15.998 | -7  | +36.764  | +23 | +15.335 | -4 | +12.076 | -9  | 1.29046 | -19 | 51 46.8 | +0.7 | +6.653 | -6 |
| 3252 | -0.0002 | +0.79892 | -1                                   | -0.178                      | 0     | +16.016 | -7  | +36.805  | +23 | +15.267 | -4 | +12.183 | -9  | 1.29073 | -19 | 51 24.6 | +0.8 | +6.623 | -6 |
| 3262 | -0.0002 | +0.79982 | -1                                   | -0.172                      | 0     | +16.034 | -7  | +36.847  | +23 | +15.197 | -4 | +12.289 | -9  | 1.29101 | -19 | 51 2.3  | +0.8 | +6.593 | -6 |
| 3272 | -0.0002 | +0.80072 | -1                                   | -0.165                      | 0     | +16.052 | -7  | +36.889  | +23 | +15.127 | -4 | +12.395 | -9  | 1.29128 | -19 | 50 40.1 | +0.8 | +6.562 | -6 |
| 3282 | -0.0002 | +0.80163 | -1                                   | -0.158                      | 0     | +16.070 | -7  | +36.931  | +23 | +15.056 | -4 | +12.500 | -9  | 1.29156 | -19 | 50 17.9 | +0.8 | +6.532 | -6 |
| 3292 | -0.0002 | +0.80255 | -1                                   | -0.151                      | 0     | +16.089 | -7  | +36.973  | +23 | +14.984 | -3 | +12.605 | -9  | 1.29183 | -19 | 49 55.8 | +0.8 | +6.501 | -6 |
| 3302 | -0.0002 | +0.80347 | -1                                   | -0.145                      | 0     | +16.107 | -7  | +37.015  | +23 | +14.912 | -3 | +12.709 | -9  | 1.29211 | -19 | 49 33.6 | +0.8 | +6.469 | -5 |
| 3312 | -0.0002 | +0.80439 | -1                                   | -0.138                      | 0     | +16.126 | -7  | +37.057  | +23 | +14.839 | -3 | +12.813 | -9  | 1.29238 | -19 | 49 11.5 | +0.8 | +6.438 | -5 |
| 3322 | -0.0002 | +0.80531 | -1                                   | -0.131                      | 0     | +16.144 | -7  | +37.100  | +23 | +14.766 | -3 | +12.916 | -9  | 1.29266 | -19 | 48 49.4 | +0.8 | +6.406 | -5 |
| 3332 | -0.0002 | +0.80624 | -1                                   | -0.124                      | 0     | +16.163 | -7  | +37.143  | +23 | +14.692 | -3 | +13.019 | -9  | 1.29294 | -19 | 48 27.3 | +0.8 | +6.374 | -5 |
| 3342 | -0.0002 | +0.80718 | -1                                   | -0.117                      | 0     | +16.181 | -7  | +37.186  | +23 | +14.618 | -3 | +13.122 | -9  | 1.29321 | -19 | 48 5.2  | +0.8 | +6.341 | -5 |
| 3352 | -0.0002 | +0.80812 | -1                                   | -0.110                      | 0     | +16.200 | -7  | +37.229  | +23 | +14.542 | -3 | +13.224 | -9  | 1.29349 | -19 | 47 43.2 | +0.9 | +6.309 | -5 |
| 3362 | -0.0002 | +0.80906 | -1                                   | -0.103                      | 0     | +16.219 | -7  | +37.272  | +23 | +14.467 | -3 | +13.325 | -9  | 1.29377 | -19 | 47 21.2 | +0.9 | +6.276 | -5 |
| 3372 | -0.0002 | +0.81000 | -1                                   | -0.096                      | 0     | +16.238 | -7  | +37.316  | +23 | +14.390 | -3 | +13.426 | -9  | 1.29404 | -19 | 46 59.2 | +0.9 | +6.243 | -5 |
| 3382 | -0.0002 | +0.81095 | -1                                   | -0.089                      | 0     | +16.257 | -7  | +37.360  | +23 | +14.313 | -3 | +13.526 | -10 | 1.29432 | -19 | 46 37.2 | +0.9 | +6.209 | -5 |
| 3392 | -0.0002 | +0.81191 | -1                                   | -0.083                      | 0     | +16.276 | -7  | +37.404  | +23 | +14.236 | -2 | +13.626 | -10 | 1.29460 | -19 | 46 15.2 | +0.9 | +6.176 | -5 |
| 3402 | -0.0002 | +0.81287 | -1                                   | -0.076                      | 0     | +16.295 | -7  | +37.448  | +23 | +14.157 | -2 | +13.725 | -10 | 1.29487 | -19 | 45 53.3 | +0.9 | +6.142 | -5 |
| 3412 | -0.0003 | +0.81383 | -1                                   | -0.069                      | 0     | +16.315 | -7  | +37.492  | +23 | +14.079 | -2 | +13.824 | -10 | 1.29515 | -19 | 45 31.4 | +0.9 | +6.107 | -5 |
| 3422 | -0.0003 | +0.81480 | -2                                   | -0.062                      | 0     | +16.334 | -7  | +37.537  | +23 | +13.999 | -2 | +13.922 | -10 | 1.29543 | -19 | 45 9.5  | +0.9 | +6.073 | -5 |
| 3432 | -0.0003 | +0.81577 | -2                                   | -0.055                      | 0     | +16.354 | -7  | +37.582  | +23 | +13.919 | -2 | +14.020 | -10 | 1.29571 | -19 | 44 47.6 | +0.9 | +6.038 | -4 |
| 3442 | -0.0003 | +0.81674 | -2                                   | -0.047                      | 0     | +16.373 | -7  | +37.627  | +23 | +13.839 | -2 | +14.117 | -10 | 1.29598 | -19 | 44 25.8 | +0.9 | +6.003 | -4 |
| 3452 | -0.0003 | +0.81772 | -2                                   | -0.040                      | 0     | +16.393 | -7  | +37.672  | +23 | +13.758 | -2 | +14.214 | -10 | 1.29626 | -19 | 44 4.0  | +1.0 | +5.968 | -4 |
| 3462 | -0.0003 | +0.81871 | -2                                   | -0.033                      | 0     | +16.413 | -7  | +37.717  | +23 | +13.676 | -2 | +14.310 | -10 | 1.29653 | -19 | 43 42.2 | +1.0 | +5.933 | -4 |
| 3472 | -0.0003 | +0.81970 | -2                                   | -0.026                      | 0     | +16.432 | -7  | +37.763  | +23 | +13.594 | -2 | +14.405 | -10 | 1.29681 | -19 | 43 20.4 | +1.0 | +5.897 | -4 |
| 3482 | -0.0003 | +0.82069 | -2                                   | -0.019                      | 0     | +16.452 | -8  | +37.808  | +23 | +13.511 | -2 | +14.500 | -10 | 1.29709 | -19 | 42 58.6 | +1.0 | +5.861 | -4 |
| 3492 | -0.0003 | +0.82169 | -2                                   | -0.012                      | 0     | +16.472 | -8  | +37.854  | +23 | +13.427 | -1 | +14.595 | -10 | 1.29736 | -18 | 42 36.9 | +1.0 | +5.825 | -4 |
| 3502 | -0.0003 | +0.82269 | -2                                   | -0.005                      | 0     | +16.492 | -8  | +37.900  | +23 | +13.343 | -1 | +14.688 | -10 | 1.29764 | -18 | 42 15.2 | +1.0 | +5.788 | -4 |
| 3512 | -0.0003 | +0.82369 | -2                                   | +0.002                      | 0     | +16.513 | -8  | +37.947  | +23 | +13.259 | -1 | +14.782 | -10 | 1.29791 | -18 | 41 53.5 | +1.0 | +5.752 | -4 |
| 3522 | -0.0003 | +0.82470 | -2                                   | +0.009                      | 0     | +16.533 | -8  | +37.993  | +23 | +13.174 | -1 | +14.874 | -10 | 1.29819 | -18 | 41 31.8 | +1.0 | +5.715 | -4 |
| 3532 | -0.0003 | +0.82571 | -2                                   | +0.016                      | 0     | +16.553 | -8  | +38.040  | +23 | +13.088 | -1 | +14.966 | -10 | 1.29846 | -18 | 41 10.1 | +1.0 | +5.678 | -4 |
| 3542 | -0.0003 | +0.82673 | -2                                   | +0.023                      | 0     | +16.574 | -8  | +38.087  | +23 | +13.002 | -1 | +15.058 | -10 | 1.29873 | -18 | 40 48.5 | +1.0 | +5.640 | -4 |
| 3552 | -0.0003 | +0.82775 | -3                                   | +0.030                      | -1    | +16.594 | -8  | +38.134  | +23 | +12.915 | -1 | +15.149 | -10 | 1.29901 | -18 | 40 26.9 | +1.1 | +5.603 | -4 |
| 3562 | -0.0003 | +0.82878 | -3                                   | +0.038                      | -1    | +16.615 | -8  | +38.181  | +23 | +12.827 | -1 | +15.239 | -10 | 1.29928 | -18 | 40 5.3  | +1.1 | +5.565 | -4 |
| 3572 | -0.0003 | +0.82981 | -3                                   | +0.045                      | -1    | +16.635 | -8  | +38.229  | +23 | +12.740 | 0  | +15.329 | -10 | 1.29955 | -18 | 39 43.7 | +1.1 | +5.527 | -4 |
| 3582 | -0.0003 | +0.83085 | -3                                   | +0.052                      | -1    | +16.656 | -8  | +38.276  | +23 | +12.651 | 0  | +15.418 | -10 | 1.29982 | -18 | 39 22.3 | +1.1 | +5.488 | -3 |
| 3592 | -0.0002 | +0.83189 | -3                                   | +0.059                      | -1    | +16.677 | -8  | +38.324  | +23 | +12.562 | 0  | +15.507 | -10 | 1.30009 | -18 | 39 0.7  | +1.1 | +5.450 | -3 |
| 3602 | -0.0002 | +0.83293 | -3                                   | +0.066                      | -1    | +16.698 | -8  | +38.372  | +23 | +12.473 | 0  | +15.595 | -11 | 1.30036 | -18 | 38 39.2 | +1.1 | +5.411 | -3 |
| 3612 | -0.0002 | +0.83398 | -3                                   | +0.073                      | -1    | +16.719 | -8  | +38.421  | +23 | +12.383 | 0  | +15.682 | -11 | 1.30063 | -18 | 38 17.7 | +1.1 | +5.372 | -3 |
| 3622 | -0.0002 | +0.83503 | -3                                   | +0.080                      | -1    | +16.740 | -8  | +38.469  | +23 | +12.292 | 0  | +15.769 | -11 | 1.30089 | -18 | 37 56.2 | +1.1 | +5.332 | -3 |
| 3632 | -0.0002 | +0.83609 | -3                                   | +0.087                      | -1    | +16.761 | -8  | +38.518  | +23 | +12.201 | 0  | +15.855 | -11 | 1.30116 | -18 | 37 34.8 | +1.1 | +5.293 | -3 |
| 3642 | -0.0002 | +0.83715 | -3                                   | +0.094                      | -1    | +16.782 | -8  | +38.567  | +23 | +12.109 | 0  | +15.940 | -11 | 1.30143 | -18 | 37 13.4 | +1.1 | +5.253 | -3 |
| 3652 | -0.0002 | +0.83821 | -3                                   | +0.101                      | -1    | +16.804 | -8  | +38.616  | +23 | +12.017 | 0  | +16.025 | -11 | 1.30169 | -18 | 36 52.0 | +1.2 | +5.213 | -3 |
| 3662 | -0.0002 | +0.83928 | -3                                   | +0.108                      | -1    | +16.825 | -8  | +38.665  | +23 | +11.925 | 0  | +16.109 | -11 | 1.30195 | -18 | 36 30.6 | +1.2 | +5.173 | -3 |
| 3672 | -0.0002 | +0.84035 | -4                                   | +0.115                      | -1    | +16.847 | -8  | +38.714  | +23 | +11.832 | +1 | +16.193 | -11 | 1.30222 | -18 | 36 9.2  | +1.2 | +5.133 | -3 |
| 3682 | -0.0002 | +0.84143 | -4                                   | +0.122                      | -1    | +16.868 | -8  | +38.764  | +23 | +11.738 | +1 | +16.276 | -11 | 1.30248 | -18 | 35 47.9 | +1.2 | +5.092 | -3 |
| 3692 | -0.0002 | +0.84251 | -4                                   | +0.129                      | -1    | +16.890 | -8  | +38.814  | +23 | +11.644 | +1 | +16.358 | -11 | 1.30274 | -18 | 35 26.6 | +1.2 | +5.051 | -3 |
| 3702 | -0.0002 | +0.84360 | -4                                   | +0.136                      | -1    | +16.912 | -8  | +38.864  | +23 | +11.549 | +1 | +16.440 | -11 | 1.30300 | -18 | 35 5.3  | +1.2 | +5.010 | -3 |
| 3712 | -0.0002 | +0.84469 | -4                                   | +0.143                      | -1    | +16.934 | -8  | +38.914  | +23 | +11.454 | +1 | +16.521 | -11 | 1.30325 | -18 | 34 44.0 | +1.2 | +4.969 | -2 |
| 3722 | -0.0002 | +0.84578 | -4                                   | +0.150                      | -1    | +16.955 | -8  | +38.965  | +23 | +11.358 | +1 | +16.601 | -11 | 1.30351 | -18 | 34 22.8 | +1.2 | +4.927 | -2 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale  
 zzt.

**Tafel Xc.**

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_I$   | $A_I$    | $B_I$<br>( $g \sin G_I$ ) | $(g \cos G_I)_I$ | $f_I$ | $C$     | $D$ | $\log h$ | $H$ |         |    |         |     |         |     |         |      |     |
|-----------|---------|---------|----------|---------------------------|------------------|-------|---------|-----|----------|-----|---------|----|---------|-----|---------|-----|---------|------|-----|
| 65.0      | 0.8722  | -0.0002 | +0.84578 | -4                        | +0.150           | -1    | +16.955 | -8  | +38.965  | +23 | +11.358 | +1 | +16.601 | -11 | 1.30351 | -18 | 34.228  | +1.2 | +4. |
| 65.1      | 0.8732  | -0.0002 | +0.84688 | -4                        | +0.157           | -1    | +16.977 | -8  | +39.015  | +23 | +11.262 | +1 | +16.680 | -11 | 1.30377 | -18 | 34.16   | +1.2 | +4. |
| 65.2      | 0.8742  | -0.0002 | +0.84798 | -4                        | +0.164           | -1    | +17.000 | -8  | +39.066  | +23 | +11.165 | +1 | +16.759 | -11 | 1.30402 | -17 | 33.40.3 | +1.2 | +4. |
| 65.3      | 0.8752  | -0.0002 | +0.84909 | -4                        | +0.171           | -1    | +17.022 | -8  | +39.117  | +23 | +11.069 | +1 | +16.838 | -11 | 1.30427 | -17 | 33.19.8 | +1.2 | +4. |
| 65.4      | 0.8762  | -0.0002 | +0.85020 | -4                        | +0.177           | -1    | +17.044 | -8  | +39.168  | +23 | +10.971 | +2 | +16.915 | -11 | 1.30453 | -17 | 32.58.0 | +1.2 | +4. |
| 65.5      | 0.8772  | -0.0002 | +0.85131 | -4                        | +0.184           | -1    | +17.066 | -8  | +39.219  | +23 | +10.873 | +2 | +16.992 | -11 | 1.30478 | -17 | 32.36.8 | +1.2 | +4. |
| 65.6      | 0.8782  | -0.0002 | +0.85243 | -4                        | +0.191           | -1    | +17.089 | -8  | +39.271  | +23 | +10.774 | +2 | +17.069 | -11 | 1.30502 | -17 | 32.15.7 | +1.2 | +4. |
| 65.7      | 0.8792  | -0.0002 | +0.85355 | -5                        | +0.198           | -1    | +17.111 | -8  | +39.323  | +23 | +10.675 | +2 | +17.144 | -11 | 1.30527 | -17 | 31.54.6 | +1.3 | +4. |
| 65.8      | 0.8802  | -0.0002 | +0.85468 | -5                        | +0.204           | -1    | +17.134 | -8  | +39.375  | +23 | +10.576 | +2 | +17.219 | -11 | 1.30552 | -17 | 31.33.5 | +1.3 | +4. |
| 65.9      | 0.8812  | -0.0002 | +0.85581 | -5                        | +0.211           | -1    | +17.157 | -8  | +39.427  | +23 | +10.476 | +2 | +17.294 | -11 | 1.30576 | -17 | 31.12.4 | +1.3 | +4. |
| 66.0      | 0.8822  | -0.0002 | +0.85694 | -5                        | +0.218           | -1    | +17.179 | -8  | +39.479  | +23 | +10.376 | +2 | +17.367 | -11 | 1.30601 | -17 | 30.51.4 | +1.3 | +4. |
| 66.1      | 0.8832  | -0.0002 | +0.85808 | -5                        | +0.224           | -1    | +17.202 | -8  | +39.531  | +23 | +10.275 | +2 | +17.440 | -11 | 1.30625 | -17 | 30.30.3 | +1.3 | +4. |
| 66.2      | 0.8842  | -0.0002 | +0.85923 | -5                        | +0.231           | -1    | +17.225 | -8  | +39.584  | +23 | +10.174 | +3 | +17.512 | -11 | 1.30649 | -17 | 30.9.3  | +1.3 | +4. |
| 66.3      | 0.8852  | -0.0002 | +0.86037 | -5                        | +0.237           | -1    | +17.248 | -8  | +39.637  | +23 | +10.072 | +3 | +17.584 | -11 | 1.30672 | -17 | 29.48.3 | +1.3 | +4. |
| 66.4      | 0.8862  | -0.0002 | +0.86152 | -5                        | +0.244           | -1    | +17.271 | -9  | +39.690  | +23 | +9.970  | +3 | +17.654 | -10 | 1.30696 | -17 | 29.27.3 | +1.3 | +4. |
| 66.5      | 0.8872  | -0.0002 | +0.86268 | -5                        | +0.250           | -1    | +17.294 | -9  | +39.743  | +23 | +9.868  | +3 | +17.724 | -10 | 1.30720 | -17 | 29.6.3  | +1.3 | +4. |
| 66.6      | 0.8882  | -0.0002 | +0.86383 | -5                        | +0.257           | -1    | +17.317 | -9  | +39.797  | +23 | +9.765  | +3 | +17.794 | -10 | 1.30743 | -16 | 28.45.4 | +1.3 | +4. |
| 66.7      | 0.8892  | -0.0002 | +0.86500 | -5                        | +0.263           | -1    | +17.341 | -9  | +39.850  | +22 | +9.661  | +3 | +17.862 | -10 | 1.30766 | -16 | 28.24.5 | +1.3 | +4. |
| 66.8      | 0.8902  | -0.0002 | +0.86616 | -6                        | +0.269           | -1    | +17.364 | -9  | +39.904  | +22 | +9.557  | +3 | +17.930 | -10 | 1.30789 | -16 | 28.3.6  | +1.3 | +4. |
| 66.9      | 0.8912  | -0.0002 | +0.86733 | -6                        | +0.276           | -1    | +17.388 | -9  | +39.958  | +22 | +9.453  | +3 | +17.997 | -10 | 1.30812 | -16 | 27.42.7 | +1.3 | +4. |
| 67.0      | 0.8922  | -0.0002 | +0.86851 | -6                        | +0.282           | -1    | +17.411 | -9  | +40.012  | +22 | +9.349  | +3 | +18.064 | -10 | 1.30834 | -16 | 27.21.8 | +1.3 | +4. |
| 67.1      | 0.8932  | -0.0002 | +0.86968 | -6                        | +0.288           | -1    | +17.435 | -9  | +40.066  | +22 | +9.244  | +4 | +18.130 | -10 | 1.30857 | -16 | 27.0.9  | +1.3 | +4. |
| 67.2      | 0.8942  | -0.0002 | +0.87086 | -6                        | +0.294           | -1    | +17.458 | -9  | +40.121  | +22 | +9.138  | +4 | +18.195 | -10 | 1.30879 | -16 | 26.40.1 | +1.3 | +3. |
| 67.3      | 0.8952  | -0.0002 | +0.87205 | -6                        | +0.300           | -1    | +17.482 | -9  | +40.175  | +22 | +9.032  | +4 | +18.259 | -10 | 1.30901 | -16 | 26.19.3 | +1.3 | +3. |
| 67.4      | 0.8962  | -0.0002 | +0.87324 | -6                        | +0.306           | -1    | +17.506 | -9  | +40.230  | +22 | +8.926  | +4 | +18.322 | -10 | 1.30923 | -16 | 25.58.4 | +1.3 | +3. |
| 67.5      | 0.8972  | -0.0002 | +0.87443 | -6                        | +0.312           | -1    | +17.530 | -9  | +40.285  | +22 | +8.820  | +4 | +18.385 | -10 | 1.30945 | -16 | 25.37.7 | +1.3 | +3. |
| 67.6      | 0.8982  | -0.0002 | +0.87563 | -6                        | +0.318           | -1    | +17.554 | -9  | +40.340  | +22 | +8.713  | +4 | +18.447 | -10 | 1.30966 | -16 | 25.16.9 | +1.4 | +3. |
| 67.7      | 0.8992  | -0.0002 | +0.87683 | -6                        | +0.324           | -1    | +17.578 | -9  | +40.395  | +22 | +8.605  | +4 | +18.509 | -10 | 1.30987 | -16 | 24.56.1 | +1.4 | +3. |
| 67.8      | 0.9002  | -0.0002 | +0.87803 | -6                        | +0.330           | -1    | +17.602 | -9  | +40.451  | +22 | +8.497  | +4 | +18.569 | -10 | 1.31008 | -15 | 24.35.4 | +1.4 | +3. |
| 67.9      | 0.9012  | -0.0002 | +0.87924 | -7                        | +0.336           | -1    | +17.626 | -9  | +40.506  | +22 | +8.389  | +4 | +18.629 | -10 | 1.31029 | -15 | 24.14.6 | +1.4 | +3. |
| 68.0      | 0.9022  | -0.0002 | +0.88045 | -7                        | +0.342           | -1    | +17.650 | -9  | +40.562  | +22 | +8.281  | +5 | +18.688 | -10 | 1.31050 | -15 | 23.53.9 | +1.4 | +3. |
| 68.1      | 0.9032  | -0.0002 | +0.88166 | -7                        | +0.347           | -1    | +17.675 | -9  | +40.618  | +22 | +8.172  | +5 | +18.746 | -10 | 1.31070 | -15 | 23.33.2 | +1.4 | +3. |
| 68.2      | 0.9042  | -0.0002 | +0.88288 | -7                        | +0.353           | -1    | +17.699 | -9  | +40.674  | +22 | +8.063  | +5 | +18.804 | -10 | 1.31090 | -15 | 23.12.5 | +1.4 | +3. |
| 68.3      | 0.9052  | -0.0002 | +0.88410 | -7                        | +0.359           | -1    | +17.724 | -9  | +40.731  | +22 | +7.953  | +5 | +18.861 | -10 | 1.31110 | -15 | 22.51.9 | +1.4 | +3. |
| 68.4      | 0.9062  | -0.0002 | +0.88532 | -7                        | +0.364           | -1    | +17.748 | -9  | +40.787  | +22 | +7.843  | +5 | +18.917 | -10 | 1.31130 | -15 | 22.31.2 | +1.4 | +3. |
| 68.5      | 0.9072  | -0.0002 | +0.88655 | -7                        | +0.370           | -1    | +17.773 | -9  | +40.844  | +22 | +7.733  | +5 | +18.972 | -10 | 1.31149 | -15 | 22.10.6 | +1.4 | +3. |
| 68.6      | 0.9082  | -0.0002 | +0.88778 | -7                        | +0.375           | -1    | +17.797 | -9  | +40.900  | +22 | +7.623  | +5 | +19.027 | -10 | 1.31168 | -15 | 21.50.0 | +1.4 | +3. |
| 68.7      | 0.9092  | -0.0002 | +0.88901 | -7                        | +0.380           | -1    | +17.822 | -9  | +40.957  | +22 | +7.512  | +5 | +19.080 | -10 | 1.31188 | -15 | 21.29.3 | +1.4 | +3. |
| 68.8      | 0.9102  | -0.0002 | +0.89025 | -7                        | +0.386           | -1    | +17.847 | -9  | +41.014  | +22 | +7.400  | +5 | +19.133 | -9  | 1.31206 | -15 | 21.8.7  | +1.4 | +3. |
| 68.9      | 0.9112  | -0.0002 | +0.89149 | -8                        | +0.391           | -1    | +17.872 | -9  | +41.072  | +22 | +7.289  | +5 | +19.185 | -9  | 1.31225 | -15 | 20.48.2 | +1.4 | +3. |
| 69.0      | 0.9122  | -0.0002 | +0.89273 | -8                        | +0.396           | -1    | +17.897 | -9  | +41.129  | +22 | +7.177  | +6 | +19.237 | -9  | 1.31243 | -14 | 20.27.6 | +1.4 | +3. |
| 69.1      | 0.9132  | -0.0002 | +0.89398 | -8                        | +0.401           | -1    | +17.922 | -9  | +41.186  | +22 | +7.065  | +6 | +19.287 | -9  | 1.31261 | -14 | 20.7.0  | +1.4 | +3. |
| 69.2      | 0.9142  | -0.0002 | +0.89523 | -8                        | +0.406           | -1    | +17.947 | -9  | +41.244  | +22 | +6.952  | +6 | +19.337 | -9  | 1.31279 | -14 | 19.46.5 | +1.4 | +3. |
| 69.3      | 0.9152  | -0.0002 | +0.89648 | -8                        | +0.411           | -1    | +17.972 | -9  | +41.302  | +22 | +6.839  | +6 | +19.386 | -9  | 1.31297 | -14 | 19.26.0 | +1.4 | +2. |
| 69.4      | 0.9162  | -0.0002 | +0.89774 | -8                        | +0.416           | -1    | +17.997 | -9  | +41.360  | +22 | +6.726  | +6 | +19.435 | -9  | 1.31314 | -14 | 19.5.5  | +1.4 | +2. |
| 69.5      | 0.9172  | -0.0002 | +0.89900 | -8                        | +0.421           | -1    | +18.022 | -9  | +41.418  | +22 | +6.613  | +6 | +19.482 | -9  | 1.31331 | -14 | 18.45.0 | +1.5 | +2. |
| 69.6      | 0.9182  | -0.0002 | +0.90026 | -8                        | +0.425           | -1    | +18.048 | -9  | +41.476  | +22 | +6.499  | +6 | +19.529 | -9  | 1.31348 | -14 | 18.24.5 | +1.5 | +2. |
| 69.7      | 0.9192  | -0.0002 | +0.90153 | -8                        | +0.430           | -1    | +18.073 | -9  | +41.534  | +22 | +6.385  | +6 | +19.574 | -9  | 1.31365 | -14 | 18.4.0  | +1.5 | +2. |
| 69.8      | 0.9202  | -0.0002 | +0.90279 | -8                        | +0.435           | -1    | +18.098 | -9  | +41.592  | +22 | +6.271  | +6 | +19.619 | -9  | 1.31381 | -13 | 17.43.6 | +1.5 | +2. |
| 69.9      | 0.9212  | -0.0002 | +0.90406 | -8                        | +0.439           | -1    | +18.124 | -10 | +41.651  | +22 | +6.156  | +6 | +19.664 | -9  | 1.31397 | -13 | 17.23.1 | +1.5 | +2. |
| 70.0      | 0.9222  | -0.0002 | +0.90533 | -9                        | +0.444           | -1    | +18.149 | -10 | +41.710  | +22 | +6.042  | +7 | +19.707 | -9  | 1.31413 | -13 | 17.2.7  | +1.5 | +2. |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten D angesetzt.



Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_I$   | $A_I$    | $B_I$<br>( $g \sin G$ ) <sub>I</sub> | ( $g \cos G$ ) <sub>I</sub> | $f_I$ | $C$     | $D$ | $\log h$ | $H$ | $i$    |    |         |    |         |     |         |      |        |    |
|-----------|---------|---------|----------|--------------------------------------|-----------------------------|-------|---------|-----|----------|-----|--------|----|---------|----|---------|-----|---------|------|--------|----|
| 70.0      | 0.9222  | -0.0002 | +0.90533 | -9                                   | +0.444                      | -1    | +18.149 | -10 | +41.710  | +22 | +6.042 | +7 | +19.707 | -9 | 1.31413 | -13 | 17.27   | +1.5 | +2.621 | +1 |
| 70.1      | 0.9232  | -0.0002 | +0.90661 | -9                                   | +0.448                      | -1    | +18.175 | -10 | +41.768  | +22 | +5.927 | +7 | +19.750 | -8 | 1.31429 | -13 | 16.42.2 | +1.5 | +2.571 | +1 |
| 70.2      | 0.9242  | -0.0001 | +0.90789 | -9                                   | +0.452                      | -1    | +18.201 | -10 | +41.827  | +22 | +5.811 | +7 | +19.792 | -8 | 1.31444 | -13 | 16.21.8 | +1.5 | +2.521 | +1 |
| 70.3      | 0.9252  | -0.0001 | +0.90917 | -9                                   | +0.457                      | -1    | +18.226 | -10 | +41.887  | +22 | +5.696 | +7 | +19.833 | -8 | 1.31459 | -13 | 16.1.4  | +1.5 | +2.471 | +2 |
| 70.4      | 0.9262  | -0.0001 | +0.91045 | -9                                   | +0.461                      | -1    | +18.252 | -10 | +41.946  | +22 | +5.580 | +7 | +19.873 | -8 | 1.31474 | -13 | 15.41.0 | +1.5 | +2.420 | +2 |
| 70.5      | 0.9272  | -0.0001 | +0.91174 | -9                                   | +0.465                      | -1    | +18.278 | -10 | +42.005  | +22 | +5.464 | +7 | +19.912 | -8 | 1.31488 | -12 | 15.20.6 | +1.5 | +2.370 | +2 |
| 70.6      | 0.9282  | -0.0001 | +0.91303 | -9                                   | +0.469                      | -1    | +18.304 | -10 | +42.064  | +22 | +5.347 | +7 | +19.951 | -8 | 1.31502 | -12 | 15.0.3  | +1.5 | +2.320 | +2 |
| 70.7      | 0.9292  | -0.0001 | +0.91432 | -9                                   | +0.473                      | -1    | +18.329 | -10 | +42.124  | +22 | +5.231 | +7 | +19.988 | -8 | 1.31516 | -12 | 14.39.9 | +1.5 | +2.269 | +2 |
| 70.8      | 0.9302  | -0.0001 | +0.91561 | -9                                   | +0.477                      | -1    | +18.355 | -10 | +42.184  | +22 | +5.114 | +7 | +20.025 | -8 | 1.31530 | -12 | 14.19.5 | +1.5 | +2.218 | +2 |
| 70.9      | 0.9312  | -0.0001 | +0.91691 | -9                                   | +0.480                      | -1    | +18.381 | -10 | +42.243  | +22 | +4.997 | +7 | +20.062 | -8 | 1.31543 | -12 | 13.59.2 | +1.5 | +2.168 | +2 |
| 71.0      | 0.9322  | -0.0001 | +0.91820 | -9                                   | +0.484                      | -1    | +18.407 | -10 | +42.303  | +22 | +4.880 | +7 | +20.097 | -8 | 1.31557 | -12 | 13.38.9 | +1.5 | +2.117 | +2 |
| 71.1      | 0.9332  | -0.0001 | +0.91950 | -9                                   | +0.488                      | -1    | +18.433 | -10 | +42.363  | +22 | +4.762 | +7 | +20.131 | -8 | 1.31569 | -12 | 13.18.5 | +1.5 | +2.066 | +2 |
| 71.2      | 0.9342  | -0.0001 | +0.92081 | -9                                   | +0.491                      | -1    | +18.460 | -10 | +42.423  | +22 | +4.644 | +8 | +20.165 | -7 | 1.31582 | -12 | 12.58.2 | +1.5 | +2.015 | +2 |
| 71.3      | 0.9352  | -0.0001 | +0.92211 | -10                                  | +0.495                      | -1    | +18.486 | -10 | +42.483  | +22 | +4.527 | +8 | +20.198 | -7 | 1.31594 | -11 | 12.37.9 | +1.5 | +1.963 | +2 |
| 71.4      | 0.9362  | -0.0001 | +0.92342 | -10                                  | +0.498                      | -1    | +18.512 | -10 | +42.543  | +22 | +4.408 | +8 | +20.230 | -7 | 1.31606 | -11 | 12.17.6 | +1.5 | +1.912 | +2 |
| 71.5      | 0.9372  | -0.0001 | +0.92473 | -10                                  | +0.502                      | -1    | +18.538 | -10 | +42.604  | +22 | +4.290 | +8 | +20.261 | -7 | 1.31618 | -11 | 11.57.3 | +1.5 | +1.861 | +2 |
| 71.6      | 0.9382  | -0.0001 | +0.92604 | -10                                  | +0.505                      | -1    | +18.564 | -10 | +42.664  | +22 | +4.172 | +8 | +20.291 | -7 | 1.31630 | -11 | 11.37.0 | +1.5 | +1.809 | +2 |
| 71.7      | 0.9392  | -0.0001 | +0.92735 | -10                                  | +0.508                      | -1    | +18.591 | -10 | +42.725  | +22 | +4.053 | +8 | +20.321 | -7 | 1.31641 | -11 | 11.16.8 | +1.5 | +1.758 | +2 |
| 71.8      | 0.9402  | -0.0001 | +0.92866 | -10                                  | +0.511                      | -1    | +18.617 | -10 | +42.785  | +22 | +3.934 | +8 | +20.349 | -7 | 1.31652 | -11 | 10.56.5 | +1.5 | +1.706 | +2 |
| 71.9      | 0.9412  | -0.0001 | +0.92998 | -10                                  | +0.514                      | -1    | +18.643 | -10 | +42.846  | +22 | +3.815 | +8 | +20.377 | -7 | 1.31664 | -11 | 10.36.2 | +1.5 | +1.655 | +3 |
| 72.0      | 0.9422  | -0.0001 | +0.93130 | -10                                  | +0.517                      | -1    | +18.670 | -10 | +42.907  | +22 | +3.696 | +8 | +20.404 | -7 | 1.31676 | -11 | 10.16.0 | +1.5 | +1.603 | +3 |
| 72.1      | 0.9432  | -0.0001 | +0.93262 | -10                                  | +0.520                      | -1    | +18.696 | -10 | +42.968  | +22 | +3.576 | +8 | +20.430 | -6 | 1.31688 | -10 | 9.55.7  | +1.5 | +1.551 | +3 |
| 72.2      | 0.9442  | -0.0001 | +0.93394 | -10                                  | +0.522                      | -1    | +18.723 | -10 | +43.028  | +22 | +3.457 | +8 | +20.455 | -6 | 1.31699 | -10 | 9.35.5  | +1.5 | +1.499 | +3 |
| 72.3      | 0.9452  | -0.0001 | +0.93526 | -10                                  | +0.525                      | -1    | +18.749 | -10 | +43.090  | +22 | +3.337 | +8 | +20.480 | -6 | 1.31702 | -10 | 9.15.3  | +1.5 | +1.447 | +3 |
| 72.4      | 0.9462  | -0.0001 | +0.93659 | -10                                  | +0.527                      | -1    | +18.776 | -10 | +43.151  | +22 | +3.217 | +8 | +20.503 | -6 | 1.31711 | -10 | 8.55.0  | +1.5 | +1.395 | +3 |
| 72.5      | 0.9472  | -0.0001 | +0.93792 | -10                                  | +0.530                      | -1    | +18.803 | -10 | +43.212  | +22 | +3.097 | +8 | +20.526 | -6 | 1.31719 | -10 | 8.34.8  | +1.5 | +1.343 | +3 |
| 72.6      | 0.9482  | -0.0001 | +0.93924 | -10                                  | +0.532                      | -1    | +18.829 | -10 | +43.273  | +22 | +2.977 | +8 | +20.548 | -6 | 1.31728 | -10 | 8.14.6  | +1.5 | +1.291 | +3 |
| 72.7      | 0.9492  | -0.0001 | +0.94057 | -11                                  | +0.534                      | -1    | +18.856 | -10 | +43.334  | +22 | +2.857 | +9 | +20.569 | -6 | 1.31736 | -10 | 7.54.4  | +1.5 | +1.239 | +3 |
| 72.8      | 0.9502  | -0.0001 | +0.94190 | -11                                  | +0.537                      | -1    | +18.883 | -10 | +43.396  | +22 | +2.736 | +9 | +20.589 | -6 | 1.31744 | -10 | 7.34.2  | +1.5 | +1.187 | +3 |
| 72.9      | 0.9512  | -0.0001 | +0.94324 | -11                                  | +0.539                      | -1    | +18.909 | -10 | +43.457  | +22 | +2.615 | +9 | +20.609 | -6 | 1.31752 | -9  | 7.14.0  | +1.5 | +1.134 | +3 |
| 73.0      | 0.9522  | -0.0001 | +0.94457 | -11                                  | +0.541                      | -1    | +18.936 | -10 | +43.519  | +22 | +2.495 | +9 | +20.627 | -5 | 1.31759 | -9  | 6.53.8  | +1.5 | +1.082 | +3 |
| 73.1      | 0.9532  | -0.0001 | +0.94591 | -11                                  | +0.543                      | -1    | +18.963 | -10 | +43.580  | +22 | +2.374 | +9 | +20.645 | -5 | 1.31766 | -9  | 6.33.6  | +1.5 | +1.030 | +3 |
| 73.2      | 0.9542  | -0.0001 | +0.94724 | -11                                  | +0.544                      | -1    | +18.990 | -10 | +43.642  | +22 | +2.253 | +9 | +20.661 | -5 | 1.31773 | -9  | 6.13.4  | +1.5 | +0.977 | +3 |
| 73.3      | 0.9552  | -0.0001 | +0.94858 | -11                                  | +0.546                      | -1    | +19.016 | -10 | +43.703  | +22 | +2.132 | +9 | +20.677 | -5 | 1.31779 | -9  | 5.53.2  | +1.5 | +0.925 | +3 |
| 73.4      | 0.9562  | -0.0001 | +0.94992 | -11                                  | +0.548                      | -1    | +19.043 | -10 | +43.765  | +22 | +2.011 | +9 | +20.693 | -5 | 1.31786 | -9  | 5.33.0  | +1.5 | +0.872 | +3 |
| 73.5      | 0.9572  | -0.0001 | +0.95126 | -11                                  | +0.549                      | -1    | +19.070 | -10 | +43.827  | +22 | +1.890 | +9 | +20.707 | -5 | 1.31791 | -9  | 5.12.9  | +1.5 | +0.820 | +3 |
| 73.6      | 0.9582  | -0.0001 | +0.95260 | -11                                  | +0.551                      | -1    | +19.097 | -10 | +43.889  | +22 | +1.768 | +9 | +20.720 | -5 | 1.31797 | -8  | 4.52.7  | +1.5 | +0.767 | +4 |
| 73.7      | 0.9592  | -0.0000 | +0.95394 | -11                                  | +0.553                      | -1    | +19.124 | -10 | +43.950  | +22 | +1.647 | +9 | +20.733 | -5 | 1.31802 | -8  | 4.32.5  | +1.6 | +0.714 | +4 |
| 73.8      | 0.9602  | -0.0000 | +0.95528 | -11                                  | +0.555                      | -1    | +19.151 | -11 | +44.012  | +22 | +1.526 | +9 | +20.744 | -4 | 1.31807 | -8  | 4.12.4  | +1.6 | +0.662 | +4 |
| 73.9      | 0.9612  | -0.0000 | +0.95662 | -11                                  | +0.555                      | -1    | +19.178 | -11 | +44.074  | +22 | +1.404 | +9 | +20.755 | -4 | 1.31812 | -8  | 3.52.2  | +1.6 | +0.609 | +4 |
| 74.0      | 0.9622  | -0.0000 | +0.95797 | -11                                  | +0.556                      | -1    | +19.204 | -11 | +44.136  | +22 | +1.282 | +9 | +20.765 | -4 | 1.31816 | -8  | 3.32.0  | +1.6 | +0.556 | +4 |
| 74.1      | 0.9632  | -0.0000 | +0.95931 | -11                                  | +0.557                      | -1    | +19.231 | -11 | +44.198  | +22 | +1.161 | +9 | +20.774 | -4 | 1.31820 | -8  | 3.11.9  | +1.6 | +0.503 | +4 |
| 74.2      | 0.9642  | -0.0000 | +0.96065 | -11                                  | +0.558                      | -1    | +19.258 | -11 | +44.260  | +22 | +1.039 | +9 | +20.782 | -4 | 1.31824 | -8  | 2.51.7  | +1.6 | +0.451 | +4 |
| 74.3      | 0.9652  | -0.0000 | +0.96200 | -11                                  | +0.558                      | -1    | +19.285 | -11 | +44.322  | +22 | +0.917 | +9 | +20.790 | -4 | 1.31827 | -7  | 2.31.6  | +1.6 | +0.398 | +4 |
| 74.4      | 0.9662  | -0.0000 | +0.96334 | -11                                  | +0.559                      | -1    | +19.312 | -11 | +44.384  | +22 | +0.795 | +9 | +20.796 | -4 | 1.31830 | -7  | 2.11.4  | +1.6 | +0.345 | +4 |
| 74.5      | 0.9672  | -0.0000 | +0.96469 | -11                                  | +0.560                      | 0     | +19.339 | -11 | +44.446  | +22 | +0.674 | +9 | +20.802 | -4 | 1.31833 | -7  | 1.51.3  | +1.6 | +0.292 | +4 |
| 74.6      | 0.9682  | -0.0000 | +0.96604 | -11                                  | +0.560                      | 0     | +19.366 | -11 | +44.508  | +22 | +0.552 | +9 | +20.807 | -4 | 1.31835 | -7  | 1.31.1  | +1.6 | +0.239 | +4 |
| 74.7      | 0.9692  | -0.0000 | +0.96738 | -11                                  | +0.561                      | 0     | +19.393 | -11 | +44.570  | +22 | +0.430 | +9 | +20.811 | -3 | 1.31837 | -7  | 1.11.0  | +1.6 | +0.186 | +4 |
| 74.8      | 0.9702  | -0.0000 | +0.96873 | -12                                  | +0.561                      | 0     | +19.420 | -11 | +44.633  | +22 | +0.308 | +9 | +20.814 | -3 | 1.31839 | -7  | 0.50.8  | +1.6 | +0.133 | +4 |
| 74.9      | 0.9712  | -0.0000 | +0.97008 | -12                                  | +0.561                      | 0     | +19.447 | -11 | +44.695  | +22 | +0.186 | +9 | +20.816 | -3 | 1.31841 | -6  | 0.30.7  | +1.6 | +0.080 | +4 |
| 75.0      | 0.9722  | -0.0000 | +0.97142 | -12                                  | +0.561                      | 0     | +19.474 | -11 | +44.757  | +22 | +0.064 | +9 | +20.817 | -3 | 1.31842 | -6  | 0.10.5  | +1.6 | +0.028 | +4 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.



Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau'$                                            | $E_I$    | $A_I$                                                |      | $B_I$<br>( $g \sin G$ ) <sub>I</sub> |   | ( $g \cos G$ ) <sub>I</sub>                       |                                             | $f_I$                                             |                                             | $C$     |      | $D$      |     | $\log h$ |     | $H$      |       | $i$     |
|-----------|----------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------|------|--------------------------------------|---|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|------|----------|-----|----------|-----|----------|-------|---------|
| 75.0      | 0.9722                                             | 0.0000   | + 0.97142                                            | - 12 | + 0.561                              | 0 | + 19.474                                          | - 11                                        | + 44.757                                          | + 22                                        | + 0.064 | + 9  | + 20.817 | - 3 | 1.31842  | - 6 | 0.0105   | + 1.6 | + 0.003 |
| 75.1      | 0.9732                                             | 0.0000   | + 0.97277                                            | - 12 | + 0.561                              | 0 | + 19.501                                          | - 11                                        | + 44.819                                          | + 22                                        | - 0.058 | + 9  | + 20.817 | - 3 | 1.31843  | - 6 | 359 50.4 | + 1.6 | - 0.005 |
| 75.2      | 0.9742                                             | 0.0000   | + 0.97412                                            | - 12 | + 0.561                              | 0 | + 19.528                                          | - 11                                        | + 44.881                                          | + 22                                        | - 0.180 | + 9  | + 20.817 | - 3 | 1.31844  | - 6 | 359 30.2 | + 1.6 | - 0.076 |
| 75.3      | 0.9752                                             | 0.0000   | + 0.97547                                            | - 12 | + 0.561                              | 0 | + 19.555                                          | - 11                                        | + 44.943                                          | + 22                                        | - 0.302 | + 10 | + 20.816 | - 3 | 1.31844  | - 6 | 359 10.1 | + 1.6 | - 0.131 |
| 75.4      | 0.9762                                             | 0.0000   | + 0.97681                                            | - 12 | + 0.561                              | 0 | + 19.582                                          | - 11                                        | + 45.005                                          | + 22                                        | - 0.424 | + 10 | + 20.814 | - 3 | 1.31844  | - 6 | 358 49.9 | + 1.6 | - 0.184 |
| 75.5      | 0.9772                                             | 0.0000   | + 0.97816                                            | - 12 | + 0.561                              | 0 | + 19.609                                          | - 11                                        | + 45.067                                          | + 22                                        | - 0.546 | + 10 | + 20.811 | - 2 | 1.31843  | - 6 | 358 29.8 | + 1.6 | - 0.237 |
| 75.6      | 0.9782                                             | 0.0000   | + 0.97951                                            | - 12 | + 0.560                              | 0 | + 19.636                                          | - 11                                        | + 45.130                                          | + 22                                        | - 0.668 | + 10 | + 20.807 | - 2 | 1.31843  | - 5 | 358 9.6  | + 1.6 | - 0.290 |
| 75.7      | 0.9792                                             | 0.0000   | + 0.98085                                            | - 12 | + 0.560                              | 0 | + 19.663                                          | - 11                                        | + 45.192                                          | + 22                                        | - 0.790 | + 10 | + 20.802 | - 2 | 1.31842  | - 5 | 357 49.5 | + 1.6 | - 0.343 |
| 75.8      | 0.9802                                             | 0.0000   | + 0.98220                                            | - 12 | + 0.559                              | 0 | + 19.690                                          | - 11                                        | + 45.254                                          | + 22                                        | - 0.912 | + 10 | + 20.796 | - 2 | 1.31841  | - 5 | 357 29.3 | + 1.6 | - 0.396 |
| 75.9      | 0.9812                                             | 0.0000   | + 0.98355                                            | - 12 | + 0.559                              | 0 | + 19.717                                          | - 11                                        | + 45.316                                          | + 22                                        | - 1.034 | + 10 | + 20.790 | - 2 | 1.31839  | - 5 | 357 9.2  | + 1.6 | - 0.449 |
| 76.0      | 0.9822                                             | 0.0000   | + 0.98489                                            | - 12 | + 0.558                              | 0 | + 19.744                                          | - 11                                        | + 45.378                                          | + 22                                        | - 1.156 | + 10 | + 20.783 | - 2 | 1.31837  | - 5 | 356 49.0 | + 1.6 | - 0.502 |
| 76.1      | 0.9832                                             | 0.0000   | + 0.98624                                            | - 12 | + 0.557                              | 0 | + 19.771                                          | - 11                                        | + 45.440                                          | + 22                                        | - 1.278 | + 10 | + 20.775 | - 2 | 1.31835  | - 5 | 356 28.8 | + 1.6 | - 0.555 |
| 76.2      | 0.9842                                             | 0.0000   | + 0.98758                                            | - 12 | + 0.556                              | 0 | + 19.798                                          | - 11                                        | + 45.502                                          | + 23                                        | - 1.399 | + 10 | + 20.766 | - 2 | 1.31833  | - 4 | 356 8.7  | + 1.6 | - 0.608 |
| 76.3      | 0.9852                                             | 0.0000   | + 0.98893                                            | - 12 | + 0.555                              | 0 | + 19.825                                          | - 11                                        | + 45.564                                          | + 23                                        | - 1.521 | + 10 | + 20.756 | - 2 | 1.31830  | - 4 | 355 48.5 | + 1.6 | - 0.661 |
| 76.4      | 0.9862                                             | 0.0000   | + 0.99027                                            | - 12 | + 0.554                              | 0 | + 19.852                                          | - 11                                        | + 45.626                                          | + 23                                        | - 1.643 | + 10 | + 20.745 | - 2 | 1.31827  | - 4 | 355 28.3 | + 1.6 | - 0.714 |
| 76.5      | 0.9872                                             | 0.0000   | + 0.99161                                            | - 12 | + 0.552                              | 0 | + 19.879                                          | - 11                                        | + 45.688                                          | + 23                                        | - 1.764 | + 10 | + 20.733 | - 2 | 1.31823  | - 4 | 355 8.1  | + 1.6 | - 0.767 |
| 76.6      | 0.9882                                             | 0.0000   | + 0.99296                                            | - 12 | + 0.551                              | 0 | + 19.906                                          | - 11                                        | + 45.750                                          | + 23                                        | - 1.886 | + 10 | + 20.721 | - 2 | 1.31820  | - 4 | 354 48.0 | + 1.6 | - 0.820 |
| 76.7      | 0.9892                                             | 0.0000   | + 0.99430                                            | - 12 | + 0.550                              | 0 | + 19.933                                          | - 11                                        | + 45.811                                          | + 23                                        | - 2.007 | + 10 | + 20.707 | - 2 | 1.31816  | - 3 | 354 27.8 | + 1.6 | - 0.873 |
| 76.8      | 0.9902                                             | 0.0000   | + 0.99564                                            | - 12 | + 0.548                              | 0 | + 19.960                                          | - 11                                        | + 45.873                                          | + 23                                        | - 2.129 | + 10 | + 20.693 | - 2 | 1.31811  | - 3 | 354 7.6  | + 1.6 | - 0.926 |
| 76.9      | 0.9912                                             | + 0.0001 | + 0.99698                                            | - 12 | + 0.546                              | 0 | + 19.987                                          | - 11                                        | + 45.935                                          | + 23                                        | - 2.250 | + 10 | + 20.678 | - 2 | 1.31807  | - 3 | 353 47.4 | + 1.6 | - 0.979 |
| 77.0      | 0.9922                                             | + 0.0001 | + 0.99831                                            | - 12 | + 0.545                              | 0 | + 20.013                                          | - 11                                        | + 45.997                                          | + 23                                        | - 2.371 | + 10 | + 20.662 | 0   | 1.31802  | - 3 | 353 27.2 | + 1.6 | - 1.032 |
| 77.1      | 0.9932                                             | + 0.0001 | + 0.99965                                            | - 12 | + 0.543                              | 0 | + 20.040                                          | - 11                                        | + 46.058                                          | + 23                                        | - 2.492 | + 10 | + 20.645 | 0   | 1.31796  | - 3 | 353 7.0  | + 1.6 | - 1.085 |
| 77.2      | 0.9942                                             | + 0.0001 | + 1.00099                                            | - 12 | + 0.541                              | 0 | + 20.067                                          | - 11                                        | + 46.120                                          | + 23                                        | - 2.613 | + 10 | + 20.628 | 0   | 1.31791  | - 3 | 352 46.8 | + 1.6 | - 1.138 |
| 77.3      | 0.9952                                             | + 0.0001 | + 1.00232                                            | - 12 | + 0.539                              | 0 | + 20.094                                          | - 11                                        | + 46.182                                          | + 23                                        | - 2.734 | + 10 | + 20.609 | 0   | 1.31785  | - 2 | 352 26.6 | + 1.6 | - 1.191 |
| 77.4      | $\begin{pmatrix} 0.9962 \\ - 0.0038 \end{pmatrix}$ | + 0.0001 | $\begin{pmatrix} 1.00366 \\ - 0.00366 \end{pmatrix}$ | - 12 | + 0.537                              | 0 | $\begin{pmatrix} 20.120 \\ - 0.073 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} - 11 \\ - 2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} 46.243 \\ - 0.170 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} + 23 \\ - 0 \end{pmatrix}$ | - 2.855 | + 10 | + 20.590 | 0   | 1.31779  | - 2 | 352 6.3  | + 1.6 | - 1.244 |
| 77.5      | $\begin{pmatrix} 0.9972 \\ - 0.0028 \end{pmatrix}$ | + 0.0001 | $\begin{pmatrix} 1.00499 \\ - 0.00499 \end{pmatrix}$ | - 12 | + 0.535                              | 0 | $\begin{pmatrix} 20.147 \\ - 0.101 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} - 11 \\ - 2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} 46.304 \\ - 0.221 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} + 23 \\ - 0 \end{pmatrix}$ | - 2.976 | + 10 | + 20.570 | 0   | 1.31772  | - 2 | 351 46.1 | + 1.6 | - 1.297 |
| 77.6      | $\begin{pmatrix} 0.9982 \\ - 0.0018 \end{pmatrix}$ | + 0.0001 | $\begin{pmatrix} 1.00632 \\ - 0.00632 \end{pmatrix}$ | - 12 | + 0.532                              | 0 | $\begin{pmatrix} 20.174 \\ - 0.128 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} - 11 \\ - 2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} 46.366 \\ - 0.292 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} + 23 \\ - 0 \end{pmatrix}$ | - 3.096 | + 9  | + 20.549 | 0   | 1.31766  | - 2 | 351 25.9 | + 1.6 | - 1.350 |
| 77.7      | $\begin{pmatrix} 0.9992 \\ - 0.0008 \end{pmatrix}$ | + 0.0001 | $\begin{pmatrix} 1.00765 \\ - 0.00765 \end{pmatrix}$ | - 12 | + 0.530                              | 0 | $\begin{pmatrix} 20.201 \\ - 0.155 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} - 11 \\ - 2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} 46.427 \\ - 0.354 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} + 23 \\ - 0 \end{pmatrix}$ | - 3.217 | + 9  | + 20.527 | 0   | 1.31759  | - 2 | 351 5.6  | + 1.6 | - 1.403 |
| 77.8      | $\begin{pmatrix} 1.0002 \\ - 0.0002 \end{pmatrix}$ | + 0.0001 | $\begin{pmatrix} 1.00898 \\ - 0.00898 \end{pmatrix}$ | - 12 | + 0.528                              | 0 | $\begin{pmatrix} 20.227 \\ - 0.180 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} - 11 \\ - 2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} 46.489 \\ - 0.415 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} + 23 \\ - 0 \end{pmatrix}$ | - 3.337 | + 9  | + 20.504 | 1   | 1.31751  | - 2 | 350 45.3 | + 1.6 | - 1.456 |
| 77.9      | $\begin{pmatrix} 1.0012 \\ - 0.0012 \end{pmatrix}$ | + 0.0001 | $\begin{pmatrix} 1.01031 \\ - 0.01031 \end{pmatrix}$ | - 12 | + 0.525                              | 0 | $\begin{pmatrix} 20.254 \\ - 0.207 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} - 11 \\ - 2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} 46.550 \\ - 0.479 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} + 23 \\ - 0 \end{pmatrix}$ | - 3.457 | + 9  | + 20.480 | 1   | 1.31744  | - 1 | 350 25.1 | + 1.6 | - 1.509 |
| 78.0      | $\begin{pmatrix} 1.0022 \\ - 0.0032 \end{pmatrix}$ | + 0.0001 | $\begin{pmatrix} 1.01163 \\ - 0.01163 \end{pmatrix}$ | - 12 | + 0.522                              | 0 | $\begin{pmatrix} 20.280 \\ - 0.233 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} - 11 \\ - 2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} 46.611 \\ - 0.537 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} + 23 \\ - 0 \end{pmatrix}$ | - 3.577 | + 9  | + 20.456 | 1   | 1.31736  | - 1 | 350 4.8  | + 1.6 | - 1.562 |
| 78.1      | $\begin{pmatrix} 1.0032 \\ - 0.0042 \end{pmatrix}$ | + 0.0001 | $\begin{pmatrix} 1.01296 \\ - 0.01296 \end{pmatrix}$ | - 12 | + 0.520                              | 0 | $\begin{pmatrix} 20.307 \\ - 0.260 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} - 11 \\ - 2 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} 46.672 \\ - 0.598 \end{pmatrix}$ | $\begin{pmatrix} + 23 \\ - 0 \end{pmatrix}$ | - 3.697 | + 9  | + 20.431 | 1   | 1.31727  | - 1 | 349 44.6 | + 1.6 | - 1.615 |
| 78.2      | 0.0042                                             | + 0.0001 | + 0.01428                                            | - 12 | + 0.517                              | 0 | + 0.286                                           | - 2                                         | + 0.659                                           | - 5                                         | - 3.817 | + 9  | + 20.404 | 1   | 1.31719  | - 1 | 349 24.3 | + 1.6 | - 1.668 |
| 78.3      | 0.0052                                             | + 0.0001 | + 0.01560                                            | - 12 | + 0.514                              | 0 | + 0.313                                           | - 2                                         | + 0.720                                           | - 5                                         | - 3.936 | + 9  | + 20.377 | 1   | 1.31710  | - 1 | 349 4.0  | + 1.6 | - 1.721 |
| 78.4      | 0.0062                                             | + 0.0001 | + 0.01692                                            | - 12 | + 0.511                              | 0 | + 0.339                                           | - 2                                         | + 0.781                                           | - 5                                         | - 4.056 | + 9  | + 20.349 | 1   | 1.31701  | - 1 | 348 43.7 | + 1.6 | - 1.774 |
| 78.5      | 0.0072                                             | + 0.0001 | + 0.01824                                            | - 12 | + 0.508                              | 0 | + 0.366                                           | - 2                                         | + 0.842                                           | - 5                                         | - 4.175 | + 9  | + 20.321 | 2   | 1.31692  | 0   | 348 23.4 | + 1.6 | - 1.827 |
| 78.6      | 0.0082                                             | + 0.0001 | + 0.01955                                            | - 12 | + 0.505                              | 0 | + 0.392                                           | - 2                                         | + 0.902                                           | - 5                                         | - 4.294 | + 9  | + 20.291 | 2   | 1.31682  | 0   | 348 3.1  | + 1.6 | - 1.880 |
| 78.7      | 0.0092                                             | + 0.0001 | + 0.02087                                            | - 12 | + 0.502                              | 0 | + 0.418                                           | - 2                                         | + 0.963                                           | - 5                                         | - 4.413 | + 9  | + 20.261 | 2   | 1.31672  | 0   | 347 42.7 | + 1.6 | - 1.933 |
| 78.8      | 0.0102                                             | + 0.0001 | + 0.02218                                            | - 12 | + 0.498                              | 0 | + 0.445                                           | - 3                                         | + 1.023                                           | - 5                                         | - 4.532 | + 9  | + 20.229 | 2   | 1.31662  | 0   | 347 22.4 | + 1.6 | - 1.986 |
| 78.9      | 0.0112                                             | + 0.0001 | + 0.02349                                            | - 12 | + 0.495                              | 0 | + 0.471                                           | - 3                                         | + 1.084                                           | - 5                                         | - 4.650 | + 9  | + 20.197 | 2   | 1.31651  | 0   | 347 2.1  | + 1.6 | - 2.039 |
| 79.0      | 0.0122                                             | + 0.0001 | + 0.02480                                            | - 12 | + 0.491                              | 0 | + 0.497                                           | - 3                                         | + 1.144                                           | - 5                                         | - 4.768 | + 9  | + 20.164 | 2   | 1.31640  | 1   | 346 41.7 | + 1.6 | - 2.092 |
| 79.1      | 0.0132                                             | + 0.0001 | + 0.02610                                            | - 12 | + 0.488                              | 0 | + 0.523                                           | - 3                                         | + 1.204                                           | - 5                                         | - 4.887 | + 9  | + 20.131 | 2   | 1.31629  | 1   | 346 21.4 | + 1.6 | - 2.145 |
| 79.2      | 0.0142                                             | + 0.0001 | + 0.02741                                            | - 11 | + 0.484                              | 0 | + 0.549                                           | - 3                                         | + 1.264                                           | - 5                                         | - 5.004 | + 9  | + 20.096 | 3   | 1.31618  | 1   | 346 1.0  | + 1.6 | - 2.198 |
| 79.3      | 0.0152                                             | + 0.0001 | + 0.02871                                            | - 11 | + 0.481                              | 0 | + 0.575                                           | - 3                                         | + 1.324                                           | - 5                                         | - 5.122 | + 9  | + 20.060 | 3   | 1.31606  | 1   | 345 40.6 | + 1.6 | - 2.251 |
| 79.4      | 0.0162                                             | + 0.0001 | + 0.03001                                            | - 11 | + 0.477                              | 0 | + 0.601                                           | - 3                                         | + 1.384                                           | - 5                                         | - 5.240 | + 9  | + 20.024 | 3   | 1.31594  | 1   | 345 20.2 | + 1.6 | - 2.304 |
| 79.5      | 0.0172                                             | + 0.0001 | + 0.03130                                            | - 11 | + 0.473                              | 0 | + 0.627                                           | - 3                                         | + 1.444                                           | - 5                                         | - 5.357 | + 9  | + 19.987 | 3   | 1.31582  | 1   | 344 59.8 | + 1.6 | - 2.357 |
| 79.6      | 0.0182                                             | + 0.0001 | + 0.03260                                            | - 11 | + 0.469                              | 0 | + 0.653                                           | - 3                                         | + 1.504                                           | - 5                                         | - 5.474 | + 9  | + 19.949 | 3   | 1.31569  | 1   | 344 39.4 | + 1.6 | - 2.410 |
| 79.7      | 0.0192                                             | + 0.0001 | + 0.03389                                            | - 11 | + 0.465                              | 0 | + 0.679                                           | - 3                                         | + 1.563                                           | - 5                                         | - 5.591 | + 9  | + 19.911 | 3   | 1.31556  | 2   | 344 19.0 | + 1.6 | - 2.463 |
| 79.8      | 0.0202                                             | + 0.0001 | + 0.03518                                            | - 11 | + 0.461                              | 0 | + 0.705                                           | - 3                                         | + 1.623                                           | - 4                                         | - 5.707 | + 9  | + 19.871 | 3   | 1.31543  | 2   | 343 58.5 | + 1.6 | - 2.516 |
| 79.9      | 0.0212                                             | + 0.0001 | + 0.03647                                            | - 11 | + 0.457                              | 0 | + 0.731                                           | - 3                                         | + 1.682                                           | - 4                                         | - 5.823 | + 9  | + 19.831 | 3   | 1.31530  | 2   | 343 38.1 | + 1.6 | - 2.569 |
| 80.0      | 0.0222                                             | + 0.0001 | + 0.03775                                            | - 11 | + 0.452                              | 0 | + 0.757                                           | - 3                                         | + 1.741                                           | -                                           |         |      |          |     |          |     |          |       |         |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Deci angesetzt.



# Tafel Xc.

| Arg.<br>1 | $\tau$ | $E_I$    | $A_I$     | $B_I$<br>( $g \sin G$ ) <sub>I</sub> | ( $g \cos G$ ) <sub>I</sub> | $f_I$ | $C$     | $D$ | $\log h$ | $H$ | $i$      |     |          |     |         |      |          |       |         |   |
|-----------|--------|----------|-----------|--------------------------------------|-----------------------------|-------|---------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|---------|------|----------|-------|---------|---|
| 80.0      | 0.0222 | + 0.0001 | + 0.03775 | - 11                                 | + 0.452                     | 0     | + 0.757 | - 3 | + 1.741  | - 4 | - 5.939  | + 9 | + 19.789 | + 4 | 1.31516 | + 2  | 343.76   | + 1.6 | - 2.577 | + |
| 80.1      | 0.0232 | + 0.0001 | + 0.03903 | - 11                                 | + 0.448                     | 0     | + 0.782 | - 3 | + 1.800  | - 4 | - 6.055  | + 9 | + 19.747 | + 4 | 1.31502 | + 2  | 342.57.1 | + 1.6 | - 2.627 | + |
| 80.2      | 0.0242 | + 0.0001 | + 0.04031 | - 11                                 | + 0.443                     | 0     | + 0.808 | - 3 | + 1.859  | - 4 | - 6.171  | + 8 | + 19.704 | + 4 | 1.31488 | + 2  | 342.36.7 | + 1.6 | - 2.677 | + |
| 80.3      | 0.0252 | + 0.0001 | + 0.04159 | - 11                                 | + 0.439                     | 0     | + 0.834 | - 3 | + 1.918  | - 4 | - 6.286  | + 8 | + 19.661 | + 4 | 1.31474 | + 3  | 342.16.2 | + 1.6 | - 2.727 | + |
| 80.4      | 0.0262 | + 0.0002 | + 0.04286 | - 11                                 | + 0.434                     | 0     | + 0.859 | - 3 | + 1.977  | - 4 | - 6.401  | + 8 | + 19.616 | + 4 | 1.31459 | + 3  | 341.55.6 | + 1.6 | - 2.777 | + |
| 80.5      | 0.0272 | + 0.0002 | + 0.04413 | - 11                                 | + 0.430                     | 0     | + 0.885 | - 3 | + 2.036  | - 4 | - 6.516  | + 8 | + 19.571 | + 4 | 1.31444 | + 3  | 341.35.1 | + 1.6 | - 2.827 | + |
| 80.6      | 0.0282 | + 0.0002 | + 0.04540 | - 11                                 | + 0.425                     | 0     | + 0.910 | - 3 | + 2.094  | - 4 | - 6.630  | + 8 | + 19.525 | + 4 | 1.31429 | + 3  | 341.14.6 | + 1.5 | - 2.876 | + |
| 80.7      | 0.0292 | + 0.0002 | + 0.04666 | - 11                                 | + 0.420                     | 0     | + 0.935 | - 3 | + 2.152  | - 4 | - 6.744  | + 8 | + 19.478 | + 4 | 1.31413 | + 3  | 340.54.0 | + 1.5 | - 2.926 | + |
| 80.8      | 0.0302 | + 0.0002 | + 0.04793 | - 11                                 | + 0.415                     | 0     | + 0.961 | - 3 | + 2.211  | - 4 | - 6.858  | + 8 | + 19.430 | + 5 | 1.31398 | + 3  | 340.33.5 | + 1.5 | - 2.975 | + |
| 80.9      | 0.0312 | + 0.0002 | + 0.04919 | - 11                                 | + 0.410                     | 0     | + 0.986 | - 3 | + 2.269  | - 4 | - 6.972  | + 8 | + 19.382 | + 5 | 1.31382 | + 4  | 340.12.9 | + 1.5 | - 3.025 | + |
| 81.0      | 0.0322 | + 0.0002 | + 0.05044 | - 11                                 | + 0.405                     | 0     | + 1.011 | - 3 | + 2.326  | - 4 | - 7.086  | + 8 | + 19.332 | + 5 | 1.31366 | + 4  | 339.52.3 | + 1.5 | - 3.074 | + |
| 81.1      | 0.0332 | + 0.0002 | + 0.05170 | - 11                                 | + 0.400                     | 0     | + 1.036 | - 3 | + 2.384  | - 4 | - 7.198  | + 8 | + 19.282 | + 5 | 1.31349 | + 4  | 339.31.7 | + 1.5 | - 3.123 | + |
| 81.2      | 0.0342 | + 0.0002 | + 0.05295 | - 11                                 | + 0.395                     | 0     | + 1.061 | - 3 | + 2.442  | - 4 | - 7.311  | + 8 | + 19.231 | + 5 | 1.31332 | + 4  | 339.11.1 | + 1.5 | - 3.172 | + |
| 81.3      | 0.0352 | + 0.0002 | + 0.05420 | - 11                                 | + 0.390                     | + 1   | + 1.086 | - 3 | + 2.499  | - 4 | - 7.424  | + 8 | + 19.180 | + 5 | 1.31316 | + 4  | 338.50.4 | + 1.5 | - 3.220 | + |
| 81.4      | 0.0362 | + 0.0002 | + 0.05544 | - 10                                 | + 0.385                     | + 1   | + 1.111 | - 3 | + 2.557  | - 4 | - 7.536  | + 8 | + 19.127 | + 5 | 1.31298 | + 4  | 338.29.8 | + 1.5 | - 3.269 | + |
| 81.5      | 0.0372 | + 0.0002 | + 0.05668 | - 10                                 | + 0.379                     | + 1   | + 1.136 | - 3 | + 2.614  | - 4 | - 7.647  | + 8 | + 19.074 | + 5 | 1.31281 | + 5  | 338.9.1  | + 1.5 | - 3.318 | + |
| 81.6      | 0.0382 | + 0.0002 | + 0.05792 | - 10                                 | + 0.374                     | + 1   | + 1.161 | - 3 | + 2.671  | - 3 | - 7.759  | + 7 | + 19.020 | + 5 | 1.31263 | + 5  | 337.48.4 | + 1.5 | - 3.366 | + |
| 81.7      | 0.0392 | + 0.0002 | + 0.05915 | - 10                                 | + 0.369                     | + 1   | + 1.186 | - 3 | + 2.728  | - 3 | - 7.870  | + 7 | + 18.965 | + 6 | 1.31245 | + 5  | 337.27.7 | + 1.5 | - 3.414 | + |
| 81.8      | 0.0402 | + 0.0002 | + 0.06038 | - 10                                 | + 0.363                     | + 1   | + 1.210 | - 3 | + 2.785  | - 3 | - 7.981  | + 7 | + 18.909 | + 6 | 1.31227 | + 5  | 337.7.0  | + 1.5 | - 3.462 | + |
| 81.9      | 0.0412 | + 0.0002 | + 0.06161 | - 10                                 | + 0.357                     | + 1   | + 1.235 | - 3 | + 2.841  | - 3 | - 8.091  | + 7 | + 18.853 | + 6 | 1.31209 | + 5  | 336.46.3 | + 1.5 | - 3.510 | + |
| 82.0      | 0.0422 | + 0.0002 | + 0.06283 | - 10                                 | + 0.352                     | + 1   | + 1.260 | - 3 | + 2.898  | - 3 | - 8.201  | + 7 | + 18.796 | + 6 | 1.31190 | + 6  | 336.25.6 | + 1.5 | - 3.558 | + |
| 82.1      | 0.0432 | + 0.0002 | + 0.06406 | - 10                                 | + 0.346                     | + 1   | + 1.284 | - 3 | + 2.954  | - 3 | - 8.311  | + 7 | + 18.738 | + 6 | 1.31171 | + 6  | 336.4.8  | + 1.5 | - 3.605 | + |
| 82.2      | 0.0442 | + 0.0002 | + 0.06527 | - 10                                 | + 0.340                     | + 1   | + 1.309 | - 3 | + 3.010  | - 3 | - 8.420  | + 7 | + 18.679 | + 6 | 1.31152 | + 6  | 335.44.0 | + 1.5 | - 3.653 | + |
| 82.3      | 0.0452 | + 0.0002 | + 0.06649 | - 10                                 | + 0.335                     | + 1   | + 1.333 | - 3 | + 3.066  | - 3 | - 8.529  | + 7 | + 18.619 | + 6 | 1.31133 | + 6  | 335.23.2 | + 1.5 | - 3.700 | + |
| 82.4      | 0.0462 | + 0.0002 | + 0.06770 | - 10                                 | + 0.329                     | + 1   | + 1.357 | - 3 | + 3.122  | - 3 | - 8.638  | + 7 | + 18.559 | + 6 | 1.31114 | + 6  | 335.2.4  | + 1.5 | - 3.747 | + |
| 82.5      | 0.0472 | + 0.0002 | + 0.06890 | - 10                                 | + 0.323                     | + 1   | + 1.381 | - 3 | + 3.178  | - 3 | - 8.746  | + 7 | + 18.498 | + 6 | 1.31094 | + 6  | 334.41.6 | + 1.5 | - 3.794 | + |
| 82.6      | 0.0482 | + 0.0002 | + 0.07011 | - 10                                 | + 0.317                     | + 1   | + 1.405 | - 3 | + 3.233  | - 3 | - 8.854  | + 7 | + 18.436 | + 7 | 1.31074 | + 7  | 334.20.8 | + 1.5 | - 3.841 | + |
| 82.7      | 0.0492 | + 0.0002 | + 0.07131 | - 10                                 | + 0.311                     | + 1   | + 1.430 | - 3 | + 3.288  | - 3 | - 8.962  | + 7 | + 18.374 | + 7 | 1.31054 | + 7  | 333.59.9 | + 1.5 | - 3.888 | + |
| 82.8      | 0.0502 | + 0.0002 | + 0.07250 | - 10                                 | + 0.305                     | + 1   | + 1.454 | - 3 | + 3.344  | - 3 | - 9.069  | + 6 | + 18.310 | + 7 | 1.31034 | + 7  | 333.39.0 | + 1.5 | - 3.934 | + |
| 82.9      | 0.0512 | + 0.0002 | + 0.07370 | - 9                                  | + 0.299                     | + 1   | + 1.477 | - 3 | + 3.398  | - 3 | - 9.176  | + 6 | + 18.246 | + 7 | 1.31013 | + 7  | 333.18.1 | + 1.5 | - 3.981 | + |
| 83.0      | 0.0522 | + 0.0002 | + 0.07489 | - 9                                  | + 0.293                     | + 1   | + 1.501 | - 3 | + 3.453  | - 3 | - 9.282  | + 6 | + 18.181 | + 7 | 1.30993 | + 7  | 332.57.2 | + 1.5 | - 4.027 | + |
| 83.1      | 0.0532 | + 0.0002 | + 0.07607 | - 9                                  | + 0.286                     | + 1   | + 1.525 | - 3 | + 3.508  | - 3 | - 9.388  | + 6 | + 18.116 | + 7 | 1.30972 | + 8  | 332.36.3 | + 1.5 | - 4.073 | + |
| 83.2      | 0.0542 | + 0.0002 | + 0.07725 | - 9                                  | + 0.280                     | + 1   | + 1.549 | - 3 | + 3.562  | - 3 | - 9.494  | + 6 | + 18.050 | + 7 | 1.30951 | + 8  | 332.15.3 | + 1.5 | - 4.119 | + |
| 83.3      | 0.0552 | + 0.0002 | + 0.07843 | - 9                                  | + 0.274                     | + 1   | + 1.572 | - 3 | + 3.617  | - 2 | - 9.599  | + 6 | + 17.982 | + 7 | 1.30929 | + 8  | 331.54.4 | + 1.5 | - 4.164 | + |
| 83.4      | 0.0562 | + 0.0002 | + 0.07960 | - 9                                  | + 0.267                     | + 1   | + 1.596 | - 3 | + 3.671  | - 2 | - 9.704  | + 6 | + 17.915 | + 7 | 1.30908 | + 8  | 331.33.4 | + 1.5 | - 4.210 | + |
| 83.5      | 0.0572 | + 0.0002 | + 0.08077 | - 9                                  | + 0.261                     | + 1   | + 1.619 | - 3 | + 3.725  | - 2 | - 9.808  | + 6 | + 17.846 | + 8 | 1.30886 | + 8  | 331.12.4 | + 1.5 | - 4.255 | + |
| 83.6      | 0.0582 | + 0.0002 | + 0.08194 | - 9                                  | + 0.255                     | + 1   | + 1.643 | - 3 | + 3.778  | - 2 | - 9.912  | + 6 | + 17.777 | + 8 | 1.30864 | + 8  | 330.51.4 | + 1.5 | - 4.300 | + |
| 83.7      | 0.0592 | + 0.0002 | + 0.08310 | - 9                                  | + 0.248                     | + 1   | + 1.666 | - 2 | + 3.832  | - 2 | - 10.016 | + 6 | + 17.707 | + 8 | 1.30842 | + 8  | 330.30.3 | + 1.5 | - 4.345 | + |
| 83.8      | 0.0602 | + 0.0002 | + 0.08426 | - 9                                  | + 0.242                     | + 1   | + 1.689 | - 2 | + 3.885  | - 2 | - 10.119 | + 5 | + 17.636 | + 8 | 1.30820 | + 9  | 330.9.2  | + 1.5 | - 4.390 | + |
| 83.9      | 0.0612 | + 0.0002 | + 0.08541 | - 9                                  | + 0.235                     | + 1   | + 1.712 | - 2 | + 3.939  | - 2 | - 10.222 | + 5 | + 17.565 | + 8 | 1.30798 | + 9  | 329.48.2 | + 1.5 | - 4.434 | + |
| 84.0      | 0.0622 | + 0.0002 | + 0.08656 | - 9                                  | + 0.228                     | + 1   | + 1.735 | - 2 | + 3.992  | - 2 | - 10.324 | + 5 | + 17.492 | + 8 | 1.30775 | + 9  | 329.27.1 | + 1.5 | - 4.479 | + |
| 84.1      | 0.0632 | + 0.0002 | + 0.08771 | - 9                                  | + 0.222                     | + 1   | + 1.758 | - 2 | + 4.044  | - 2 | - 10.426 | + 5 | + 17.420 | + 8 | 1.30752 | + 9  | 329.5.9  | + 1.5 | - 4.523 | + |
| 84.2      | 0.0642 | + 0.0002 | + 0.08885 | - 8                                  | + 0.215                     | + 1   | + 1.781 | - 2 | + 4.097  | - 2 | - 10.527 | + 5 | + 17.346 | + 8 | 1.30730 | + 9  | 328.44.8 | + 1.5 | - 4.567 | + |
| 84.3      | 0.0652 | + 0.0002 | + 0.08999 | - 8                                  | + 0.208                     | + 1   | + 1.804 | - 2 | + 4.149  | - 2 | - 10.628 | + 5 | + 17.272 | + 8 | 1.30706 | + 9  | 328.23.6 | + 1.5 | - 4.611 | + |
| 84.4      | 0.0662 | + 0.0002 | + 0.09112 | - 8                                  | + 0.202                     | + 1   | + 1.827 | - 2 | + 4.202  | - 2 | - 10.729 | + 5 | + 17.197 | + 8 | 1.30683 | + 10 | 328.2.4  | + 1.5 | - 4.654 | + |
| 84.5      | 0.0672 | + 0.0002 | + 0.09225 | - 8                                  | + 0.195                     | + 1   | + 1.849 | - 2 | + 4.254  | - 2 | - 10.829 | + 5 | + 17.121 | + 8 | 1.30660 | + 10 | 327.41.2 | + 1.5 | - 4.697 | + |
| 84.6      | 0.0682 | + 0.0002 | + 0.09338 | - 8                                  | + 0.188                     | + 1   | + 1.872 | - 2 | + 4.306  | - 2 | - 10.928 | + 5 | + 17.045 | + 9 | 1.30636 | + 10 | 327.20.0 | + 1.5 | - 4.741 | + |
| 84.7      | 0.0692 | + 0.0002 | + 0.09450 | - 8                                  | + 0.181                     | + 1   | + 1.895 | - 2 | + 4.357  | - 2 | - 11.027 | + 5 | + 16.967 | + 9 | 1.30613 | + 10 | 326.58.8 | + 1.5 | - 4.784 | + |
| 84.8      | 0.0702 | + 0.0002 | + 0.09562 | - 8                                  | + 0.174                     | + 1   | + 1.917 | - 2 | + 4.409  | - 1 | - 11.126 | + 4 | + 16.890 | + 9 | 1.30589 | + 10 | 326.37.5 | + 1.5 | - 4.826 | + |
| 84.9      | 0.0712 | + 0.0002 | + 0.09673 | - 8                                  | + 0.167                     | + 1   | + 1.939 | - 2 | + 4.460  | - 1 | - 11.224 | + 4 | + 16.811 | + 9 | 1.30565 | + 10 | 326.16.2 | + 1.5 | - 4.869 | + |
| 85.0      | 0.0722 | + 0.0002 | + 0.09784 | - 8                                  | + 0.161                     | + 1   | + 1.961 | - 2 | + 4.511  | - 1 | - 11.322 | + 4 | + 16.732 | + 9 | 1.30541 | + 11 | 325.54.9 | + 1.5 | - 4.911 | + |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decim angesetzt.

Tafel Xc.

| $\Delta \tau_1$ | $\tau'$ | $E_1$   | $A_1$    | $B_1$<br>( $g \sin G_1$ ) | $(g \cos G)_1$ | $f_1$ | $C$    | $D$ | $\log h$ | $H$ | $i$     |    |         |     |         |     |          |      |        |
|-----------------|---------|---------|----------|---------------------------|----------------|-------|--------|-----|----------|-----|---------|----|---------|-----|---------|-----|----------|------|--------|
| 85.0            | 0.0722  | +0.0002 | +0.09784 | -8                        | +0.161         | +1    | +1.961 | -2  | +4.511   | -1  | -11.322 | +4 | +16.732 | +9  | 1.30541 | +11 | 325.54.9 | +1.5 | -4.911 |
| 85.1            | 0.0732  | +0.0002 | +0.09895 | -8                        | +0.154         | +1    | +1.984 | -2  | +4.562   | -1  | -11.419 | +4 | +16.652 | +9  | 1.30516 | +11 | 325.33.6 | +1.4 | -4.953 |
| 85.2            | 0.0742  | +0.0002 | +0.10005 | -8                        | +0.147         | +1    | +2.006 | -2  | +4.613   | -1  | -11.516 | +4 | +16.572 | +9  | 1.30492 | +11 | 325.12.3 | +1.4 | -4.995 |
| 85.3            | 0.0752  | +0.0002 | +0.10115 | -8                        | +0.140         | +1    | +2.028 | -2  | +4.664   | -1  | -11.612 | +4 | +16.490 | +9  | 1.30467 | +11 | 324.90.9 | +1.4 | -5.037 |
| 85.4            | 0.0762  | +0.0002 | +0.10224 | -7                        | +0.133         | +1    | +2.050 | -2  | +4.714   | -1  | -11.707 | +4 | +16.409 | +9  | 1.30443 | +11 | 324.69.5 | +1.4 | -5.079 |
| 85.5            | 0.0772  | +0.0002 | +0.10333 | -7                        | +0.126         | +1    | +2.071 | -2  | +4.764   | -1  | -11.803 | +4 | +16.326 | +9  | 1.30418 | +11 | 324.48.1 | +1.4 | -5.120 |
| 85.6            | 0.0782  | +0.0002 | +0.10441 | -7                        | +0.119         | +1    | +2.093 | -2  | +4.814   | -1  | -11.897 | +3 | +16.243 | +9  | 1.30393 | +12 | 324.26.7 | +1.4 | -5.161 |
| 85.7            | 0.0792  | +0.0002 | +0.10549 | -7                        | +0.111         | +1    | +2.115 | -2  | +4.864   | -1  | -11.991 | +3 | +16.159 | +9  | 1.30368 | +12 | 324.05.2 | +1.4 | -5.202 |
| 85.8            | 0.0802  | +0.0002 | +0.10657 | -7                        | +0.104         | +1    | +2.136 | -2  | +4.914   | -1  | -12.085 | +3 | +16.075 | +9  | 1.30343 | +12 | 323.83.8 | +1.4 | -5.243 |
| 85.9            | 0.0812  | +0.0002 | +0.10764 | -7                        | +0.097         | +1    | +2.158 | -2  | +4.963   | -1  | -12.178 | +3 | +15.989 | +9  | 1.30318 | +12 | 323.62.3 | +1.4 | -5.283 |
| 86.0            | 0.0822  | +0.0002 | +0.10871 | -7                        | +0.090         | +1    | +2.179 | -2  | +5.012   | -1  | -12.271 | +3 | +15.904 | +10 | 1.30292 | +12 | 323.40.8 | +1.4 | -5.323 |
| 86.1            | 0.0832  | +0.0002 | +0.10977 | -7                        | +0.083         | +1    | +2.201 | -2  | +5.061   | -1  | -12.363 | +3 | +15.817 | +10 | 1.30267 | +12 | 323.19.2 | +1.4 | -5.363 |
| 86.2            | 0.0842  | +0.0002 | +0.11083 | -7                        | +0.076         | +1    | +2.222 | -2  | +5.110   | -1  | -12.455 | +3 | +15.730 | +10 | 1.30241 | +13 | 322.97.7 | +1.4 | -5.402 |
| 86.3            | 0.0852  | +0.0002 | +0.11189 | -7                        | +0.069         | +1    | +2.243 | -2  | +5.159   | 0   | -12.546 | +3 | +15.642 | +10 | 1.30216 | +13 | 322.76.1 | +1.4 | -5.443 |
| 86.4            | 0.0862  | +0.0002 | +0.11294 | -7                        | +0.061         | +1    | +2.264 | -2  | +5.207   | 0   | -12.636 | +2 | +15.554 | +10 | 1.30190 | +13 | 322.54.5 | +1.4 | -5.482 |
| 86.5            | 0.0872  | +0.0002 | +0.11398 | -7                        | +0.054         | +1    | +2.285 | -2  | +5.255   | 0   | -12.726 | +2 | +15.465 | +10 | 1.30164 | +13 | 322.32.9 | +1.4 | -5.521 |
| 86.6            | 0.0882  | +0.0002 | +0.11502 | -6                        | +0.047         | +1    | +2.306 | -2  | +5.303   | 0   | -12.816 | +2 | +15.375 | +10 | 1.30138 | +13 | 322.11.2 | +1.4 | -5.560 |
| 86.7            | 0.0892  | +0.0002 | +0.11606 | -6                        | +0.040         | +1    | +2.327 | -2  | +5.351   | 0   | -12.905 | +2 | +15.285 | +10 | 1.30112 | +13 | 321.89.6 | +1.4 | -5.598 |
| 86.8            | 0.0902  | +0.0002 | +0.11710 | -6                        | +0.033         | +1    | +2.347 | -2  | +5.399   | 0   | -12.993 | +2 | +15.194 | +10 | 1.30086 | +14 | 321.67.9 | +1.4 | -5.637 |
| 86.9            | 0.0912  | +0.0002 | +0.11812 | -6                        | +0.025         | +1    | +2.368 | -2  | +5.446   | 0   | -13.081 | +2 | +15.103 | +10 | 1.30060 | +14 | 321.46.2 | +1.4 | -5.675 |
| 87.0            | 0.0922  | +0.0002 | +0.11915 | -6                        | +0.018         | +1    | +2.388 | -2  | +5.493   | 0   | -13.169 | +2 | +15.011 | +10 | 1.30034 | +14 | 321.24.4 | +1.4 | -5.713 |
| 87.1            | 0.0932  | +0.0002 | +0.12017 | -6                        | +0.011         | +1    | +2.409 | -2  | +5.540   | 0   | -13.255 | +2 | +14.918 | +10 | 1.30008 | +14 | 321.02.7 | +1.3 | -5.750 |
| 87.2            | 0.0942  | +0.0002 | +0.12118 | -6                        | +0.004         | +1    | +2.429 | -2  | +5.587   | 0   | -13.341 | +1 | +14.825 | +10 | 1.29982 | +14 | 320.80.9 | +1.3 | -5.788 |
| 87.3            | 0.0952  | +0.0002 | +0.12220 | -6                        | -0.003         | +1    | +2.450 | -2  | +5.634   | 0   | -13.427 | +1 | +14.731 | +10 | 1.29955 | +14 | 320.59.1 | +1.3 | -5.825 |
| 87.4            | 0.0962  | +0.0002 | +0.12320 | -6                        | -0.010         | +1    | +2.470 | -2  | +5.680   | 0   | -13.512 | +1 | +14.637 | +10 | 1.29929 | +14 | 320.37.3 | +1.3 | -5.862 |
| 87.5            | 0.0972  | +0.0002 | +0.12421 | -6                        | -0.018         | +1    | +2.490 | -2  | +5.726   | 0   | -13.596 | +1 | +14.542 | +10 | 1.29903 | +15 | 320.15.4 | +1.3 | -5.898 |
| 87.6            | 0.0982  | +0.0002 | +0.12521 | -6                        | -0.025         | +1    | +2.510 | -2  | +5.772   | 0   | -13.680 | +1 | +14.446 | +10 | 1.29876 | +15 | 320.13.6 | +1.3 | -5.935 |
| 87.7            | 0.0992  | +0.0002 | +0.12620 | -6                        | -0.032         | +1    | +2.530 | -2  | +5.818   | 0   | -13.764 | +1 | +14.350 | +10 | 1.29850 | +15 | 320.11.7 | +1.3 | -5.971 |
| 87.8            | 0.1002  | +0.0002 | +0.12719 | -5                        | -0.039         | +1    | +2.550 | -2  | +5.864   | +1  | -13.846 | +1 | +14.253 | +10 | 1.29823 | +15 | 320.09.8 | +1.3 | -6.007 |
| 87.9            | 0.1012  | +0.0002 | +0.12818 | -5                        | -0.046         | +1    | +2.569 | -2  | +5.909   | +1  | -13.928 | 0  | +14.156 | +10 | 1.29796 | +15 | 320.07.8 | +1.3 | -6.044 |
| 88.0            | 0.1022  | +0.0002 | +0.12916 | -5                        | -0.054         | +1    | +2.589 | -2  | +5.954   | +1  | -14.010 | 0  | +14.058 | +10 | 1.29770 | +15 | 320.05.9 | +1.3 | -6.079 |
| 88.1            | 0.1032  | +0.0002 | +0.13013 | -5                        | -0.061         | +1    | +2.609 | -2  | +5.999   | +1  | -14.091 | 0  | +13.960 | +10 | 1.29743 | +16 | 320.03.9 | +1.3 | -6.11  |
| 88.2            | 0.1042  | +0.0002 | +0.13111 | -5                        | -0.068         | +1    | +2.628 | -2  | +6.044   | +1  | -14.171 | 0  | +13.861 | +10 | 1.29717 | +16 | 320.01.9 | +1.3 | -6.14  |
| 88.3            | 0.1052  | +0.0002 | +0.13207 | -5                        | -0.075         | +1    | +2.648 | -2  | +6.089   | +1  | -14.251 | 0  | +13.761 | +10 | 1.29690 | +16 | 320.00.0 | +1.3 | -6.18  |
| 88.4            | 0.1062  | +0.0002 | +0.13304 | -5                        | -0.082         | +1    | +2.667 | -2  | +6.133   | +1  | -14.330 | 0  | +13.661 | +10 | 1.29663 | +16 | 320.00.0 | +1.3 | -6.22  |
| 88.5            | 0.1072  | +0.0002 | +0.13400 | -5                        | -0.089         | +1    | +2.686 | -2  | +6.177   | +1  | -14.409 | 0  | +13.560 | +10 | 1.29636 | +16 | 320.00.0 | +1.3 | -6.25  |
| 88.6            | 0.1082  | +0.0002 | +0.13495 | -5                        | -0.096         | +1    | +2.705 | -2  | +6.221   | +1  | -14.487 | 0  | +13.459 | +10 | 1.29610 | +16 | 320.00.0 | +1.3 | -6.28  |
| 88.7            | 0.1092  | +0.0002 | +0.13591 | -5                        | -0.103         | +1    | +2.725 | -2  | +6.265   | +1  | -14.564 | 0  | +13.357 | +10 | 1.29583 | +16 | 320.00.0 | +1.3 | -6.31  |
| 88.8            | 0.1102  | +0.0002 | +0.13685 | -5                        | -0.110         | +1    | +2.744 | -2  | +6.309   | +1  | -14.641 | -1 | +13.255 | +10 | 1.29556 | +16 | 320.00.0 | +1.3 | -6.35  |
| 88.9            | 0.1112  | +0.0002 | +0.13780 | -5                        | -0.117         | +1    | +2.762 | -2  | +6.352   | +1  | -14.717 | -1 | +13.152 | +10 | 1.29530 | +17 | 320.00.0 | +1.3 | -6.38  |
| 89.0            | 0.1122  | +0.0002 | +0.13874 | -4                        | -0.124         | +1    | +2.781 | -2  | +6.396   | +1  | -14.793 | -1 | +13.049 | +10 | 1.29503 | +17 | 320.00.0 | +1.3 | -6.41  |
| 89.1            | 0.1132  | +0.0002 | +0.13967 | -4                        | -0.131         | +1    | +2.800 | -2  | +6.439   | +1  | -14.868 | -1 | +12.945 | +10 | 1.29476 | +17 | 320.00.0 | +1.3 | -6.45  |
| 89.2            | 0.1142  | +0.0002 | +0.14060 | -4                        | -0.138         | +1    | +2.819 | -2  | +6.482   | +1  | -14.942 | -1 | +12.841 | +10 | 1.29450 | +17 | 320.00.0 | +1.3 | -6.48  |
| 89.3            | 0.1152  | +0.0002 | +0.14153 | -4                        | -0.145         | +1    | +2.837 | -2  | +6.524   | +2  | -15.015 | -1 | +12.736 | +10 | 1.29423 | +17 | 320.00.0 | +1.3 | -6.51  |
| 89.4            | 0.1162  | +0.0002 | +0.14245 | -4                        | -0.152         | +1    | +2.856 | -2  | +6.567   | +2  | -15.088 | -1 | +12.631 | +10 | 1.29397 | +17 | 320.00.0 | +1.2 | -6.54  |
| 89.5            | 0.1172  | +0.0002 | +0.14337 | -4                        | -0.159         | +1    | +2.874 | -2  | +6.609   | +2  | -15.161 | -1 | +12.525 | +10 | 1.29370 | +17 | 320.00.0 | +1.2 | -6.57  |
| 89.6            | 0.1182  | +0.0002 | +0.14428 | -4                        | -0.166         | +1    | +2.892 | -2  | +6.651   | +2  | -15.232 | -2 | +12.419 | +10 | 1.29344 | +18 | 320.00.0 | +1.2 | -6.60  |
| 89.7            | 0.1192  | +0.0002 | +0.14519 | -4                        | -0.173         | +1    | +2.911 | -2  | +6.693   | +2  | -15.304 | -2 | +12.312 | +10 | 1.29317 | +18 | 320.00.0 | +1.2 | -6.63  |
| 89.8            | 0.1202  | +0.0002 | +0.14610 | -4                        | -0.179         | +1    | +2.929 | -2  | +6.735   | +2  | -15.374 | -2 | +12.205 | +10 | 1.29291 | +18 | 320.00.0 | +1.2 | -6.67  |
| 89.9            | 0.1212  | +0.0002 | +0.14700 | -4                        | -0.186         | +1    | +2.947 | -2  | +6.776   | +2  | -15.444 | -2 | +12.097 | +10 | 1.29264 | +18 | 320.00.0 | +1.2 | -6.70  |
| 90.0            | 0.1222  | +0.0002 | +0.14790 | -4                        | -0.193         | +1    | +2.965 | -2  | +6.818   | +2  | -15.513 | -2 | +11.989 | +10 | 1.29238 | +18 | 320.00.0 | +1.2 | -6.73  |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Dec angesetzt.



Tafel X c.

|    | $\tau'$ | $E_1$    | $A_1$     |     | $B_1$<br>( $g \sin G$ ) <sub>I</sub> |     | ( $g \cos G$ ) <sub>I</sub> |     | $f_1$   |     | $C$      |     | $D$      |      | $\log h$ |      | $H$      |       | $i$     |     |
|----|---------|----------|-----------|-----|--------------------------------------|-----|-----------------------------|-----|---------|-----|----------|-----|----------|------|----------|------|----------|-------|---------|-----|
| 2  | 0.1222  | + 0.0002 | + 0.14790 | - 4 | - 0.193                              | + 1 | + 2.965                     | - 2 | + 6.818 | + 2 | - 15.513 | - 2 | + 11.989 | + 10 | 1.29238  | + 18 | 307.41.9 | + 1.2 | - 6.730 | + 3 |
| 1  | 0.1232  | + 0.0002 | + 0.14879 | - 4 | - 0.200                              | + 1 | + 2.983                     | - 2 | + 6.859 | + 2 | - 15.581 | - 2 | + 11.880 | + 10 | 1.29212  | + 18 | 307.19.5 | + 1.2 | - 6.760 | + 3 |
| 2  | 0.1242  | + 0.0002 | + 0.14968 | - 4 | - 0.206                              | + 1 | + 3.001                     | - 2 | + 6.900 | + 2 | - 15.649 | - 2 | + 11.771 | + 10 | 1.29186  | + 18 | 306.57.0 | + 1.2 | - 6.789 | + 3 |
| 3  | 0.1252  | + 0.0002 | + 0.15057 | - 4 | - 0.213                              | + 1 | + 3.018                     | - 2 | + 6.941 | + 2 | - 15.716 | - 3 | + 11.661 | + 10 | 1.29160  | + 18 | 306.34.5 | + 1.2 | - 6.818 | + 3 |
| 4  | 0.1262  | + 0.0002 | + 0.15145 | - 4 | - 0.219                              | + 1 | + 3.036                     | - 2 | + 6.981 | + 2 | - 15.783 | - 3 | + 11.551 | + 10 | 1.29134  | + 19 | 306.12.0 | + 1.2 | - 6.847 | + 3 |
| 5  | 0.1272  | + 0.0002 | + 0.15233 | - 3 | - 0.226                              | + 1 | + 3.054                     | - 2 | + 7.022 | + 2 | - 15.849 | - 3 | + 11.441 | + 10 | 1.29108  | + 19 | 305.49.5 | + 1.2 | - 6.876 | + 3 |
| 6  | 0.1282  | + 0.0002 | + 0.15320 | - 3 | - 0.232                              | + 1 | + 3.071                     | - 2 | + 7.062 | + 2 | - 15.914 | - 3 | + 11.330 | + 10 | 1.29082  | + 19 | 305.27.0 | + 1.2 | - 6.904 | + 3 |
| 7  | 0.1292  | + 0.0002 | + 0.15408 | - 3 | - 0.239                              | + 1 | + 3.089                     | - 2 | + 7.102 | + 2 | - 15.979 | - 3 | + 11.219 | + 10 | 1.29056  | + 19 | 305.4.4  | + 1.2 | - 6.932 | + 3 |
| 8  | 0.1302  | + 0.0002 | + 0.15494 | - 3 | - 0.245                              | + 1 | + 3.106                     | - 2 | + 7.142 | + 2 | - 16.042 | - 3 | + 11.107 | + 10 | 1.29031  | + 19 | 304.41.8 | + 1.2 | - 6.960 | + 3 |
| 9  | 0.1312  | + 0.0002 | + 0.15581 | - 3 | - 0.252                              | + 1 | + 3.123                     | - 2 | + 7.182 | + 2 | - 16.106 | - 3 | + 10.995 | + 10 | 1.29005  | + 19 | 304.19.2 | + 1.2 | - 6.987 | + 3 |
| 10 | 0.1322  | + 0.0002 | + 0.15666 | - 3 | - 0.258                              | + 1 | + 3.141                     | - 2 | + 7.221 | + 3 | - 16.168 | - 3 | + 10.882 | + 10 | 1.28980  | + 19 | 303.56.6 | + 1.2 | - 7.014 | + 3 |
| 11 | 0.1332  | + 0.0002 | + 0.15752 | - 3 | - 0.264                              | + 1 | + 3.158                     | - 2 | + 7.261 | + 3 | - 16.230 | - 4 | + 10.769 | + 10 | 1.28954  | + 19 | 303.33.9 | + 1.1 | - 7.041 | + 3 |
| 12 | 0.1342  | + 0.0002 | + 0.15837 | - 3 | - 0.270                              | + 1 | + 3.175                     | - 2 | + 7.300 | + 3 | - 16.291 | - 4 | + 10.656 | + 10 | 1.28929  | + 20 | 303.11.2 | + 1.1 | - 7.068 | + 3 |
| 13 | 0.1352  | + 0.0002 | + 0.15922 | - 3 | - 0.277                              | + 1 | + 3.192                     | - 2 | + 7.339 | + 3 | - 16.352 | - 4 | + 10.542 | + 10 | 1.28904  | + 20 | 302.48.5 | + 1.1 | - 7.094 | + 3 |
| 14 | 0.1362  | + 0.0002 | + 0.16006 | - 3 | - 0.283                              | + 1 | + 3.209                     | - 2 | + 7.378 | + 3 | - 16.412 | - 4 | + 10.427 | + 10 | 1.28879  | + 20 | 302.25.8 | + 1.1 | - 7.120 | + 3 |
| 15 | 0.1372  | + 0.0002 | + 0.16090 | - 3 | - 0.289                              | + 1 | + 3.226                     | - 2 | + 7.417 | + 3 | - 16.471 | - 4 | + 10.313 | + 10 | 1.28854  | + 20 | 302.3.1  | + 1.1 | - 7.145 | + 3 |
| 16 | 0.1382  | + 0.0002 | + 0.16174 | - 3 | - 0.295                              | + 1 | + 3.242                     | - 2 | + 7.455 | + 3 | - 16.529 | - 4 | + 10.197 | + 10 | 1.28829  | + 20 | 301.40.3 | + 1.1 | - 7.171 | + 3 |
| 17 | 0.1392  | + 0.0002 | + 0.16258 | - 3 | - 0.301                              | + 1 | + 3.259                     | - 2 | + 7.494 | + 3 | - 16.587 | - 4 | + 10.082 | + 10 | 1.28804  | + 20 | 301.17.6 | + 1.1 | - 7.196 | + 3 |
| 18 | 0.1402  | + 0.0002 | + 0.16341 | - 3 | - 0.307                              | + 1 | + 3.276                     | - 2 | + 7.532 | + 3 | - 16.644 | - 4 | + 9.966  | + 10 | 1.28780  | + 20 | 300.54.8 | + 1.1 | - 7.221 | + 2 |
| 19 | 0.1412  | + 0.0002 | + 0.16423 | - 3 | - 0.313                              | + 1 | + 3.292                     | - 2 | + 7.570 | + 3 | - 16.700 | - 5 | + 9.850  | + 10 | 1.28755  | + 20 | 300.32.0 | + 1.1 | - 7.245 | + 2 |
| 20 | 0.1422  | + 0.0002 | + 0.16506 | - 3 | - 0.319                              | + 1 | + 3.309                     | - 2 | + 7.608 | + 3 | - 16.756 | - 5 | + 9.733  | + 10 | 1.28731  | + 21 | 300.9.1  | + 1.1 | - 7.269 | + 2 |
| 21 | 0.1432  | + 0.0002 | + 0.16587 | - 3 | - 0.324                              | + 1 | + 3.325                     | - 2 | + 7.645 | + 3 | - 16.811 | - 5 | + 9.616  | + 10 | 1.28707  | + 21 | 299.46.3 | + 1.1 | - 7.293 | + 2 |
| 22 | 0.1442  | + 0.0002 | + 0.16669 | - 2 | - 0.330                              | + 1 | + 3.342                     | - 2 | + 7.683 | + 3 | - 16.865 | - 5 | + 9.499  | + 10 | 1.28683  | + 21 | 299.23.4 | + 1.1 | - 7.317 | + 2 |
| 23 | 0.1452  | + 0.0002 | + 0.16750 | - 2 | - 0.336                              | + 1 | + 3.358                     | - 2 | + 7.720 | + 3 | - 16.919 | - 5 | + 9.381  | + 10 | 1.28659  | + 21 | 299.0.5  | + 1.1 | - 7.340 | + 2 |
| 24 | 0.1462  | + 0.0002 | + 0.16831 | - 2 | - 0.341                              | + 1 | + 3.374                     | - 2 | + 7.758 | + 3 | - 16.972 | - 5 | + 9.263  | + 10 | 1.28635  | + 21 | 298.37.6 | + 1.1 | - 7.363 | + 2 |
| 25 | 0.1472  | + 0.0002 | + 0.16912 | - 2 | - 0.347                              | + 1 | + 3.390                     | - 2 | + 7.795 | + 3 | - 17.024 | - 5 | + 9.145  | + 10 | 1.28611  | + 21 | 298.14.6 | + 1.1 | - 7.385 | + 2 |
| 26 | 0.1482  | + 0.0002 | + 0.16992 | - 2 | - 0.353                              | 0   | + 3.406                     | - 2 | + 7.832 | + 3 | - 17.075 | - 5 | + 9.026  | + 10 | 1.28588  | + 21 | 297.51.7 | + 1.1 | - 7.408 | + 2 |
| 27 | 0.1492  | + 0.0002 | + 0.17072 | - 2 | - 0.358                              | 0   | + 3.422                     | - 2 | + 7.869 | + 3 | - 17.126 | - 6 | + 8.907  | + 10 | 1.28565  | + 21 | 297.28.7 | + 1.1 | - 7.430 | + 2 |
| 28 | 0.1502  | + 0.0002 | + 0.17152 | - 2 | - 0.363                              | 0   | + 3.438                     | - 2 | + 7.905 | + 3 | - 17.176 | - 6 | + 8.788  | + 10 | 1.28541  | + 21 | 297.5.7  | + 1.1 | - 7.452 | + 2 |
| 29 | 0.1512  | + 0.0002 | + 0.17231 | - 2 | - 0.369                              | 0   | + 3.454                     | - 2 | + 7.942 | + 4 | - 17.226 | - 6 | + 8.668  | + 10 | 1.28518  | + 21 | 296.42.7 | + 1.1 | - 7.473 | + 2 |
| 30 | 0.1522  | + 0.0002 | + 0.17310 | - 2 | - 0.374                              | 0   | + 3.470                     | - 2 | + 7.978 | + 4 | - 17.274 | - 6 | + 8.548  | + 9  | 1.28496  | + 21 | 296.19.7 | + 1.0 | - 7.494 | + 2 |
| 31 | 0.1532  | + 0.0002 | + 0.17389 | - 2 | - 0.379                              | 0   | + 3.486                     | - 2 | + 8.014 | + 4 | - 17.322 | - 6 | + 8.428  | + 9  | 1.28473  | + 22 | 295.56.6 | + 1.0 | - 7.515 | + 2 |
| 32 | 0.1542  | + 0.0002 | + 0.17467 | - 2 | - 0.384                              | 0   | + 3.502                     | - 2 | + 8.050 | + 4 | - 17.369 | - 6 | + 8.307  | + 9  | 1.28451  | + 22 | 295.33.6 | + 1.0 | - 7.535 | + 2 |
| 33 | 0.1552  | + 0.0002 | + 0.17545 | - 2 | - 0.389                              | 0   | + 3.517                     | - 2 | + 8.086 | + 4 | - 17.416 | - 6 | + 8.186  | + 9  | 1.28429  | + 22 | 295.10.5 | + 1.0 | - 7.555 | + 2 |
| 34 | 0.1562  | + 0.0002 | + 0.17623 | - 2 | - 0.394                              | 0   | + 3.533                     | - 2 | + 8.122 | + 4 | - 17.461 | - 6 | + 8.065  | + 9  | 1.28407  | + 22 | 294.47.4 | + 1.0 | - 7.575 | + 2 |
| 35 | 0.1572  | + 0.0002 | + 0.17700 | - 2 | - 0.399                              | 0   | + 3.548                     | - 2 | + 8.158 | + 4 | - 17.507 | - 6 | + 7.943  | + 9  | 1.28385  | + 22 | 294.24.3 | + 1.0 | - 7.595 | + 2 |
| 36 | 0.1582  | + 0.0002 | + 0.17778 | - 2 | - 0.404                              | 0   | + 3.564                     | - 2 | + 8.193 | + 4 | - 17.551 | - 6 | + 7.821  | + 9  | 1.28363  | + 22 | 294.1.1  | + 1.0 | - 7.614 | + 2 |
| 37 | 0.1592  | + 0.0002 | + 0.17855 | - 2 | - 0.409                              | 0   | + 3.579                     | - 2 | + 8.229 | + 4 | - 17.594 | - 7 | + 7.699  | + 9  | 1.28342  | + 22 | 293.38.0 | + 1.0 | - 7.633 | + 2 |
| 38 | 0.1602  | + 0.0002 | + 0.17931 | - 2 | - 0.414                              | 0   | + 3.595                     | - 2 | + 8.264 | + 4 | - 17.637 | - 7 | + 7.576  | + 9  | 1.28320  | + 22 | 293.14.8 | + 1.0 | - 7.651 | + 2 |
| 39 | 0.1612  | + 0.0002 | + 0.18008 | - 2 | - 0.418                              | 0   | + 3.610                     | - 2 | + 8.299 | + 4 | - 17.679 | - 7 | + 7.454  | + 9  | 1.28299  | + 22 | 292.51.6 | + 1.0 | - 7.670 | + 2 |
| 40 | 0.1622  | + 0.0002 | + 0.18084 | - 2 | - 0.423                              | 0   | + 3.625                     | - 2 | + 8.334 | + 4 | - 17.721 | - 7 | + 7.331  | + 9  | 1.28279  | + 22 | 292.28.4 | + 1.0 | - 7.688 | + 2 |
| 41 | 0.1632  | + 0.0002 | + 0.18159 | - 2 | - 0.427                              | 0   | + 3.640                     | - 2 | + 8.369 | + 4 | - 17.761 | - 7 | + 7.208  | + 9  | 1.28258  | + 22 | 292.5.2  | + 1.0 | - 7.705 | + 2 |
| 42 | 0.1642  | + 0.0002 | + 0.18235 | - 2 | - 0.432                              | 0   | + 3.656                     | - 2 | + 8.404 | + 4 | - 17.801 | - 7 | + 7.084  | + 9  | 1.28238  | + 22 | 291.42.0 | + 1.0 | - 7.723 | + 1 |
| 43 | 0.1652  | + 0.0002 | + 0.18310 | - 2 | - 0.436                              | 0   | + 3.671                     | - 2 | + 8.439 | + 4 | - 17.840 | - 7 | + 6.960  | + 9  | 1.28217  | + 23 | 291.18.8 | + 1.0 | - 7.740 | + 1 |
| 44 | 0.1662  | + 0.0002 | + 0.18385 | - 2 | - 0.441                              | 0   | + 3.686                     | - 2 | + 8.473 | + 4 | - 17.879 | - 7 | + 6.836  | + 9  | 1.28197  | + 23 | 290.55.5 | + 1.0 | - 7.756 | + 1 |
| 45 | 0.1672  | + 0.0002 | + 0.18460 | - 1 | - 0.445                              | 0   | + 3.701                     | - 2 | + 8.508 | + 4 | - 17.917 | - 7 | + 6.712  | + 8  | 1.28178  | + 23 | 290.32.2 | + 1.0 | - 7.773 | + 1 |
| 46 | 0.1682  | + 0.0002 | + 0.18535 | - 1 | - 0.449                              | 0   | + 3.716                     | - 2 | + 8.542 | + 4 | - 17.954 | - 8 | + 6.588  | + 8  | 1.28158  | + 23 | 290.8.9  | + 0.9 | - 7.789 | + 1 |
| 47 | 0.1692  | + 0.0002 | + 0.18609 | - 1 | - 0.453                              | 0   | + 3.731                     | - 2 | + 8.576 | + 4 | - 17.990 | - 8 | + 6.462  | + 8  | 1.28139  | + 23 | 289.45.6 | + 0.9 | - 7.804 | + 1 |
| 48 | 0.1702  | + 0.0002 | + 0.18683 | - 1 | - 0.457                              | 0   | + 3.745                     | - 2 | + 8.610 | + 4 | - 18.026 | - 8 | + 6.338  | + 8  | 1.28120  | + 23 | 289.22.3 | + 0.9 | - 7.820 | + 1 |
| 49 | 0.1712  | + 0.0001 | + 0.18757 | - 1 | - 0.461                              | 0   | + 3.760                     | - 2 | + 8.644 | + 4 | - 18.060 | - 8 | + 6.213  | + 8  | 1.28101  | + 23 | 288.59.0 | + 0.9 | - 7.835 | + 1 |
| 50 | 0.1722  | + 0.0001 | + 0.18831 | - 1 | - 0.465                              | 0   | + 3.775                     | - 2 | + 8.678 | + 4 | - 18.094 | - 8 | + 6.087  | + 8  | 1.28083  | + 23 | 288.35.6 | + 0.9 | - 7.849 | + 1 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale ersetzt.

Tafel Xc.

| Arg.<br>I | $\tau'$ | $E_1$    | $A_1$     | $B_1$<br>( $g \sin G$ ) <sub>I</sub> | ( $g \cos G$ ) <sub>I</sub> | $f_1$    | $C$      | $D$          | $\log h$ | $H$     |      |                      |
|-----------|---------|----------|-----------|--------------------------------------|-----------------------------|----------|----------|--------------|----------|---------|------|----------------------|
| 95.0      | 0.1722  | + 0.0001 | + 0.18831 | - 0.465                              | 0 + 3.775                   | + 8.678  | - 18.094 | - 8 + 6.087  | + 8      | 1.28083 | + 23 | 288 35.6 + 0.9 - 7.8 |
| 95.1      | 0.1732  | + 0.0001 | + 0.18904 | - 0.469                              | 0 + 3.790                   | + 8.712  | - 18.128 | - 8 + 5.962  | + 8      | 1.28064 | + 23 | 288 12.3 + 0.9 - 7.8 |
| 95.2      | 0.1742  | + 0.0001 | + 0.18977 | - 0.472                              | 0 + 3.804                   | + 8.745  | - 18.160 | - 8 + 5.836  | + 8      | 1.28046 | + 23 | 287 48.9 + 0.9 - 7.8 |
| 95.3      | 0.1752  | + 0.0001 | + 0.19050 | - 0.476                              | 0 + 3.819                   | + 8.779  | - 18.192 | - 8 + 5.710  | + 8      | 1.28029 | + 23 | 287 25.5 + 0.9 - 7.8 |
| 95.4      | 0.1762  | + 0.0001 | + 0.19123 | - 0.479                              | 0 + 3.834                   | + 8.812  | - 18.223 | - 8 + 5.584  | + 8      | 1.28011 | + 23 | 287 2.1 + 0.9 - 7.9  |
| 95.5      | 0.1772  | + 0.0001 | + 0.19195 | - 0.483                              | 0 + 3.848                   | + 8.846  | - 18.254 | - 9 + 5.457  | + 8      | 1.27994 | + 23 | 286 38.7 + 0.9 - 7.9 |
| 95.6      | 0.1782  | + 0.0001 | + 0.19268 | - 0.486                              | 0 + 3.863                   | + 8.879  | - 18.283 | - 9 + 5.331  | + 8      | 1.27977 | + 23 | 286 15.3 + 0.9 - 7.9 |
| 95.7      | 0.1792  | + 0.0001 | + 0.19340 | - 0.489                              | 0 + 3.877                   | + 8.912  | - 18.312 | - 9 + 5.204  | + 7      | 1.27960 | + 24 | 285 51.9 + 0.9 - 7.9 |
| 95.8      | 0.1802  | + 0.0001 | + 0.19412 | - 0.493                              | 0 + 3.891                   | + 8.946  | - 18.340 | - 9 + 5.077  | + 7      | 1.27944 | + 24 | 285 28.5 + 0.9 - 7.9 |
| 95.9      | 0.1812  | + 0.0001 | + 0.19483 | - 0.496                              | 0 + 3.906                   | + 8.979  | - 18.367 | - 9 + 4.950  | + 7      | 1.27927 | + 24 | 285 5.0 + 0.9 - 7.9  |
| 96.0      | 0.1822  | + 0.0001 | + 0.19555 | - 0.499                              | 0 + 3.920                   | + 9.011  | - 18.394 | - 9 + 4.823  | + 7      | 1.27911 | + 24 | 284 41.5 + 0.9 - 7.9 |
| 96.1      | 0.1832  | + 0.0001 | + 0.19626 | - 0.502                              | 0 + 3.934                   | + 9.044  | - 18.420 | - 9 + 4.696  | + 7      | 1.27896 | + 24 | 284 18.1 + 0.8 - 7.9 |
| 96.2      | 0.1842  | + 0.0001 | + 0.19698 | - 0.505                              | 0 + 3.949                   | + 9.077  | - 18.445 | - 9 + 4.568  | + 7      | 1.27880 | + 24 | 283 54.6 + 0.8 - 8.0 |
| 96.3      | 0.1852  | + 0.0001 | + 0.19769 | - 0.507                              | 0 + 3.963                   | + 9.110  | - 18.469 | - 9 + 4.440  | + 7      | 1.27865 | + 24 | 283 31.1 + 0.8 - 8.0 |
| 96.4      | 0.1862  | + 0.0001 | + 0.19840 | - 0.510                              | 0 + 3.977                   | + 9.142  | - 18.493 | - 9 + 4.312  | + 7      | 1.27850 | + 24 | 283 7.6 + 0.8 - 8.0  |
| 96.5      | 0.1872  | + 0.0001 | + 0.19910 | - 0.513                              | 0 + 3.991                   | + 9.175  | - 18.516 | - 9 + 4.184  | + 7      | 1.27836 | + 24 | 282 44.1 + 0.8 - 8.0 |
| 96.6      | 0.1882  | + 0.0001 | + 0.19981 | - 0.515                              | 0 + 4.006                   | + 9.207  | - 18.538 | - 9 + 4.056  | + 7      | 1.27822 | + 24 | 282 20.6 + 0.8 - 8.0 |
| 96.7      | 0.1892  | + 0.0001 | + 0.20052 | - 0.518                              | 0 + 4.020                   | + 9.240  | - 18.559 | - 9 + 3.928  | + 6      | 1.27808 | + 24 | 281 57.0 + 0.8 - 8.0 |
| 96.8      | 0.1902  | + 0.0001 | + 0.20122 | - 0.520                              | 0 + 4.034                   | + 9.272  | - 18.580 | - 9 + 3.800  | + 6      | 1.27794 | + 24 | 281 33.5 + 0.8 - 8.0 |
| 96.9      | 0.1912  | + 0.0001 | + 0.20192 | - 0.522                              | 0 + 4.048                   | + 9.305  | - 18.600 | - 10 + 3.671 | + 6      | 1.27780 | + 24 | 281 10.0 + 0.8 - 8.0 |
| 97.0      | 0.1922  | + 0.0001 | + 0.20262 | - 0.525                              | 0 + 4.062                   | + 9.337  | - 18.619 | - 10 + 3.543 | + 6      | 1.27767 | + 24 | 280 46.4 + 0.8 - 8.0 |
| 97.1      | 0.1932  | + 0.0001 | + 0.20332 | - 0.527                              | 0 + 4.076                   | + 9.369  | - 18.637 | - 10 + 3.414 | + 6      | 1.27755 | + 24 | 280 22.9 + 0.7 - 8.0 |
| 97.2      | 0.1942  | + 0.0001 | + 0.20402 | - 0.529                              | 0 + 4.090                   | + 9.401  | - 18.655 | - 10 + 3.285 | + 6      | 1.27742 | + 25 | 279 59.3 + 0.7 - 8.0 |
| 97.3      | 0.1952  | + 0.0001 | + 0.20471 | - 0.531                              | 0 + 4.104                   | + 9.433  | - 18.671 | - 10 + 3.156 | + 6      | 1.27730 | + 25 | 279 35.7 + 0.7 - 8.0 |
| 97.4      | 0.1962  | + 0.0001 | + 0.20541 | - 0.533                              | 0 + 4.118                   | + 9.465  | - 18.687 | - 10 + 3.027 | + 6      | 1.27718 | + 25 | 279 12.2 + 0.7 - 8.0 |
| 97.5      | 0.1972  | + 0.0001 | + 0.20610 | - 0.534                              | 0 + 4.132                   | + 9.497  | - 18.703 | - 10 + 2.898 | + 5      | 1.27706 | + 25 | 278 48.6 + 0.7 - 8.1 |
| 97.6      | 0.1982  | + 0.0001 | + 0.20680 | - 0.536                              | 0 + 4.146                   | + 9.529  | - 18.717 | - 10 + 2.769 | + 5      | 1.27695 | + 25 | 278 25.0 + 0.7 - 8.1 |
| 97.7      | 0.1992  | + 0.0001 | + 0.20749 | - 0.538                              | 0 + 4.159                   | + 9.561  | - 18.731 | - 10 + 2.640 | + 5      | 1.27684 | + 25 | 278 1.4 + 0.7 - 8.1  |
| 97.8      | 0.2002  | + 0.0001 | + 0.20818 | - 0.539                              | 0 + 4.173                   | + 9.593  | - 18.744 | - 10 + 2.511 | + 5      | 1.27673 | + 25 | 277 37.8 + 0.7 - 8.1 |
| 97.9      | 0.2012  | + 0.0001 | + 0.20887 | - 0.541                              | 0 + 4.187                   | + 9.624  | - 18.757 | - 10 + 2.382 | + 5      | 1.27663 | + 25 | 277 14.2 + 0.7 - 8.1 |
| 98.0      | 0.2022  | + 0.0001 | + 0.20956 | - 0.542                              | 0 + 4.201                   | + 9.656  | - 18.768 | - 10 + 2.252 | + 5      | 1.27652 | + 25 | 276 50.6 + 0.7 - 8.1 |
| 98.1      | 0.2032  | + 0.0001 | + 0.21025 | - 0.543                              | 0 + 4.215                   | + 9.688  | - 18.779 | - 10 + 2.123 | + 5      | 1.27643 | + 25 | 276 27.0 + 0.7 - 8.1 |
| 98.2      | 0.2042  | + 0.0001 | + 0.21094 | - 0.544                              | 0 + 4.229                   | + 9.720  | - 18.789 | - 10 + 1.993 | + 5      | 1.27633 | + 25 | 276 3.4 + 0.6 - 8.1  |
| 98.3      | 0.2052  | + 0.0001 | + 0.21163 | - 0.546                              | 0 + 4.242                   | + 9.751  | - 18.798 | - 10 + 1.864 | + 4      | 1.27624 | + 25 | 275 39.7 + 0.6 - 8.1 |
| 98.4      | 0.2062  | + 0.0001 | + 0.21232 | - 0.547                              | 0 + 4.256                   | + 9.783  | - 18.807 | - 11 + 1.734 | + 4      | 1.27615 | + 25 | 275 16.1 + 0.6 - 8.1 |
| 98.5      | 0.2072  | + 0.0001 | + 0.21301 | - 0.547                              | 0 + 4.270                   | + 9.815  | - 18.814 | - 11 + 1.605 | + 4      | 1.27606 | + 25 | 274 52.5 + 0.6 - 8.1 |
| 98.6      | 0.2082  | + 0.0001 | + 0.21369 | - 0.548                              | 0 + 4.284                   | + 9.846  | - 18.821 | - 11 + 1.475 | + 4      | 1.27598 | + 25 | 274 28.9 + 0.6 - 8.1 |
| 98.7      | 0.2092  | 0.0000   | + 0.21438 | - 0.549                              | 0 + 4.298                   | + 9.878  | - 18.828 | - 11 + 1.345 | + 4      | 1.27590 | + 25 | 274 5.3 + 0.6 - 8.1  |
| 98.8      | 0.2102  | 0.0000   | + 0.21506 | - 0.550                              | 0 + 4.311                   | + 9.909  | - 18.833 | - 11 + 1.216 | + 4      | 1.27582 | + 25 | 273 41.6 + 0.6 - 8.1 |
| 98.9      | 0.2112  | 0.0000   | + 0.21575 | - 0.550                              | 0 + 4.325                   | + 9.941  | - 18.838 | - 11 + 1.086 | + 4      | 1.27575 | + 25 | 273 18.0 + 0.6 - 8.1 |
| 99.0      | 0.2122  | 0.0000   | + 0.21643 | - 0.551                              | 0 + 4.339                   | + 9.972  | - 18.842 | - 11 + 0.956 | + 4      | 1.27568 | + 25 | 272 54.4 + 0.6 - 8.1 |
| 99.1      | 0.2132  | 0.0000   | + 0.21712 | - 0.551                              | 0 + 4.352                   | + 10.004 | - 18.845 | - 11 + 0.827 | + 4      | 1.27561 | + 25 | 272 30.8 + 0.6 - 8.1 |
| 99.2      | 0.2142  | 0.0000   | + 0.21780 | - 0.551                              | 0 + 4.366                   | + 10.035 | - 18.847 | - 11 + 0.697 | + 3      | 1.27555 | + 25 | 272 7.1 + 0.5 - 8.1  |
| 99.3      | 0.2152  | 0.0000   | + 0.21848 | - 0.552                              | 0 + 4.380                   | + 10.067 | - 18.849 | - 11 + 0.568 | + 3      | 1.27549 | + 25 | 271 43.5 + 0.5 - 8.1 |
| 99.4      | 0.2162  | 0.0000   | + 0.21917 | - 0.552                              | 0 + 4.394                   | + 10.098 | - 18.850 | - 11 + 0.438 | + 3      | 1.27543 | + 25 | 271 19.9 + 0.5 - 8.1 |
| 99.5      | 0.2172  | 0.0000   | + 0.21985 | - 0.552                              | 0 + 4.407                   | + 10.130 | - 18.850 | - 11 + 0.308 | + 3      | 1.27538 | + 25 | 270 56.2 + 0.5 - 8.1 |
| 99.6      | 0.2182  | 0.0000   | + 0.22054 | - 0.552                              | 0 + 4.421                   | + 10.161 | - 18.850 | - 11 + 0.179 | + 3      | 1.27533 | + 25 | 270 32.6 + 0.5 - 8.1 |
| 99.7      | 0.2192  | 0.0000   | + 0.22122 | - 0.552                              | 0 + 4.435                   | + 10.193 | - 18.849 | - 11 + 0.049 | + 3      | 1.27528 | + 25 | 270 9.0 + 0.5 - 8.1  |
| 99.8      | 0.2202  | 0.0000   | + 0.22191 | - 0.551                              | 0 + 4.448                   | + 10.224 | - 18.847 | - 11 + 0.080 | + 3      | 1.27524 | + 25 | 269 45.4 + 0.5 - 8.1 |
| 99.9      | 0.2212  | 0.0000   | + 0.22259 | - 0.551                              | 0 + 4.462                   | + 10.256 | - 18.844 | - 11 + 0.210 | + 3      | 1.27519 | + 25 | 269 21.8 + 0.5 - 8.1 |
| 100.0     | 0.2222  | 0.0000   | + 0.22327 | - 0.551                              | 0 + 4.476                   | + 10.287 | - 18.840 | - 11 + 0.339 | + 2      | 1.27516 | + 25 | 268 58.1 + 0.5 - 8.1 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.



## Tafel Xd.

vergl. pag. 248.

| $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G_{II}$ ) | $(g \cos G_{II})$ | $f_{II}$ | Arg.<br>II | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G_{II}$ ) | $(g \cos G_{II})$ | $f_{II}$ |
|----------|----------|---------------------------------|-------------------|----------|------------|----------|----------|---------------------------------|-------------------|----------|
| 0.0000   | +0.00001 | 0                               | —9.146            | —1       | 0.0000     | 0        | 0.0000   | 0                               | —0.000            | 0        |
| 0.0000   | —0.00210 | 0                               | —9.146            | —1       | 0.0000     | 0        | —0.007   | 0                               | —0.097            | 0        |
| 0.0000   | —0.00420 | 0                               | —9.145            | —1       | 0.0000     | 0        | —0.194   | 0                               | —0.194            | 0        |
| —0.0001  | —0.00630 | 1                               | —9.144            | —1       | 0.0000     | 0        | —0.291   | 0                               | —0.291            | 0        |
| —0.0001  | —0.00841 | 1                               | —9.143            | —1       | 0.0000     | 0        | —0.388   | 0                               | —0.388            | 0        |
| —0.0001  | —0.01051 | 1                               | —9.142            | —1       | 0.0000     | 0        | —0.486   | —1                              | —0.486            | —1       |
| —0.0001  | —0.01261 | 1                               | —9.140            | —1       | 0.0000     | 0        | —0.583   | —1                              | —0.583            | —1       |
| —0.0001  | —0.01471 | 1                               | —9.137            | —1       | 0.0000     | 0        | —0.680   | —1                              | —0.680            | —1       |
| —0.0002  | —0.01681 | 2                               | —9.135            | —1       | 0.0000     | 0        | —0.777   | —1                              | —0.777            | —1       |
| —0.0002  | —0.01891 | 2                               | —9.132            | —1       | 0.0000     | 0        | —0.874   | —1                              | —0.874            | —1       |
| —0.0002  | —0.02101 | 2                               | —9.128            | —1       | 0.0000     | 0        | —0.971   | —1                              | —0.971            | —1       |
| —0.0002  | —0.02311 | 2                               | —9.125            | —1       | 0.0000     | 0        | —1.068   | —1                              | —1.068            | —1       |
| —0.0002  | —0.02521 | 2                               | —9.121            | —1       | 0.0000     | 0        | —1.165   | —1                              | —1.165            | —1       |
| —0.0002  | —0.02731 | 3                               | —9.116            | —1       | 0.0000     | 0        | —1.262   | —1                              | —1.262            | —1       |
| —0.0003  | —0.02941 | 3                               | —9.112            | —1       | 0.0000     | 0        | —1.359   | —2                              | —1.359            | —2       |
| —0.0003  | —0.03150 | 3                               | —9.107            | —1       | 0.0000     | 0        | —1.456   | —2                              | —1.456            | —2       |
| —0.0003  | —0.03360 | 3                               | —9.101            | —1       | 0.0000     | 0        | —1.552   | —2                              | —1.552            | —2       |
| —0.0003  | —0.03569 | 3                               | —9.096            | —1       | 0.0000     | 0        | —1.649   | —2                              | —1.649            | —2       |
| —0.0003  | —0.03778 | 4                               | —9.089            | —1       | 0.0000     | 0        | —1.746   | —2                              | —1.746            | —2       |
| —0.0004  | —0.03987 | 4                               | —9.083            | —1       | 0.0000     | 0        | —1.842   | —2                              | —1.842            | —2       |
| —0.0004  | —0.04196 | 4                               | —9.076            | —1       | 0.0000     | 0        | —1.939   | —2                              | —1.939            | —2       |
| —0.0004  | —0.04405 | 4                               | —9.069            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.035   | —2                              | —2.035            | —2       |
| —0.0004  | —0.04613 | 5                               | —9.061            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.132   | —2                              | —2.132            | —2       |
| —0.0004  | —0.04822 | 5                               | —9.054            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.228   | —3                              | —2.228            | —3       |
| —0.0005  | —0.05030 | 5                               | —9.045            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.324   | —3                              | —2.324            | —3       |
| —0.0005  | —0.05238 | 5                               | —9.037            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.420   | —3                              | —2.420            | —3       |
| —0.0005  | —0.05446 | 5                               | —9.028            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.517   | —3                              | —2.517            | —3       |
| —0.0005  | —0.05653 | 6                               | —9.019            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.612   | —3                              | —2.612            | —3       |
| —0.0005  | —0.05861 | 6                               | —9.009            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.708   | —3                              | —2.708            | —3       |
| —0.0006  | —0.06068 | 6                               | —8.999            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.804   | —3                              | —2.804            | —3       |
| —0.0006  | —0.06275 | 6                               | —8.989            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.900   | —3                              | —2.900            | —3       |
| —0.0006  | —0.06482 | 6                               | —8.978            | —1       | 0.0000     | 0        | —2.995   | —3                              | —2.995            | —3       |
| —0.0006  | —0.06688 | 6                               | —8.967            | —1       | 0.0000     | 0        | —3.091   | —4                              | —3.091            | —4       |
| —0.0006  | —0.06895 | 7                               | —8.956            | —1       | 0.0000     | 0        | —3.186   | —4                              | —3.186            | —4       |
| —0.0006  | —0.07101 | 7                               | —8.944            | —1       | 0.0000     | 0        | —3.281   | —4                              | —3.281            | —4       |
| —0.0007  | —0.07307 | 7                               | —8.932            | —1       | 0.0000     | 0        | —3.376   | —4                              | —3.376            | —4       |
| —0.0007  | —0.07512 | 7                               | —8.920            | —1       | 0.0000     | 0        | —3.471   | —4                              | —3.471            | —4       |
| —0.0007  | —0.07717 | 7                               | —8.907            | —1       | 0.0000     | 0        | —3.566   | —4                              | —3.566            | —4       |
| —0.0007  | —0.07922 | 7                               | —8.894            | —1       | 0.0000     | 0        | —3.661   | —4                              | —3.661            | —4       |
| —0.0007  | —0.08127 | 8                               | —8.880            | —1       | 0.0000     | 0        | —3.755   | —4                              | —3.755            | —4       |
| —0.0008  | —0.08331 | 8                               | —8.867            | —1       | 0.0000     | 0        | —3.850   | —4                              | —3.850            | —4       |
| —0.0008  | —0.08535 | 8                               | —8.853            | —1       | 0.0000     | 0        | —3.944   | —5                              | —3.944            | —5       |
| —0.0008  | —0.08739 | 8                               | —8.839            | —1       | 0.0000     | 0        | —4.038   | —5                              | —4.038            | —5       |
| —0.0008  | —0.08942 | 8                               | —8.824            | —1       | 0.0000     | 0        | —4.132   | —5                              | —4.132            | —5       |
| —0.0008  | —0.09145 | 9                               | —8.809            | —1       | 0.0000     | 0        | —4.226   | —5                              | —4.226            | —5       |
| —0.0009  | —0.09348 | 9                               | —8.793            | —1       | 0.0000     | 0        | —4.320   | —5                              | —4.320            | —5       |
| —0.0009  | —0.09551 | 9                               | —8.778            | —1       | 0.0000     | 0        | —4.413   | —5                              | —4.413            | —5       |
| —0.0009  | —0.09753 | 9                               | —8.761            | —1       | 0.0000     | 0        | —4.507   | —5                              | —4.507            | —5       |
| —0.0009  | —0.09954 | 9                               | —8.745            | —1       | 0.0000     | 0        | —4.600   | —5                              | —4.600            | —5       |
| —0.0009  | —0.10156 | 10                              | —8.728            | —1       | 0.0000     | 0        | —4.693   | —5                              | —4.693            | —5       |
| —0.0009  | —0.10357 | 10                              | —8.711            | —1       | 0.0000     | 0        | —4.786   | —5                              | —4.786            | —5       |
| 5.0      | —0.0009  | —0.10357                        | —10               | —8.711   | —1         | —0.0076  | —1       | —4.786                          | —5                | —5       |
| 5.1      | —0.0010  | —0.10557                        | —10               | —8.694   | —1         | —2.116   | —1       | —4.879                          | —6                | —6       |
| 5.2      | —0.0010  | —0.10758                        | —10               | —8.676   | —1         | —2.157   | —1       | —4.971                          | —6                | —6       |
| 5.3      | —0.0010  | —0.10957                        | —10               | —8.658   | —1         | —2.197   | —1       | —5.064                          | —6                | —6       |
| 5.4      | —0.0010  | —0.11157                        | —11               | —8.640   | —1         | —2.237   | —1       | —5.156                          | —6                | —6       |
| 5.5      | —0.0010  | —0.11356                        | —11               | —8.621   | —1         | —2.276   | —1       | —5.248                          | —6                | —6       |
| 5.6      | —0.0011  | —0.11555                        | —11               | —8.602   | —1         | —2.316   | —1       | —5.339                          | —6                | —6       |
| 5.7      | —0.0011  | —0.11753                        | —11               | —8.582   | —1         | —2.356   | —1       | —5.431                          | —6                | —6       |
| 5.8      | —0.0011  | —0.11951                        | —11               | —8.562   | —1         | —2.396   | —1       | —5.522                          | —6                | —6       |
| 5.9      | —0.0011  | —0.12148                        | —12               | —8.542   | —1         | —2.435   | —1       | —5.613                          | —6                | —6       |
| 6.0      | —0.0011  | —0.12345                        | —12               | —8.522   | —1         | —2.475   | —1       | —5.704                          | —7                | —7       |
| 6.1      | —0.0011  | —0.12541                        | —12               | —8.501   | —1         | —2.514   | —1       | —5.795                          | —7                | —7       |
| 6.2      | —0.0012  | —0.12737                        | —12               | —8.480   | —1         | —2.553   | —1       | —5.886                          | —7                | —7       |
| 6.3      | —0.0012  | —0.12932                        | —12               | —8.459   | —1         | —2.592   | —1       | —5.977                          | —7                | —7       |
| 6.4      | —0.0012  | —0.13127                        | —12               | —8.437   | —1         | —2.632   | —1       | —6.066                          | —7                | —7       |
| 6.5      | —0.0012  | —0.13322                        | —13               | —8.415   | —1         | —2.671   | —1       | —6.156                          | —7                | —7       |
| 6.6      | —0.0012  | —0.13516                        | —13               | —8.393   | —1         | —2.709   | —1       | —6.246                          | —7                | —7       |
| 6.7      | —0.0013  | —0.13709                        | —13               | —8.370   | —1         | —2.748   | —1       | —6.335                          | —7                | —7       |
| 6.8      | —0.0013  | —0.13902                        | —13               | —8.347   | —1         | —2.787   | —1       | —6.424                          | —7                | —7       |
| 6.9      | —0.0013  | —0.14095                        | —13               | —8.323   | —1         | —2.826   | —1       | —6.513                          | —7                | —7       |
| 7.0      | —0.0013  | —0.14287                        | —14               | —8.300   | —1         | —2.864   | —1       | —6.602                          | —8                | —8       |
| 7.1      | —0.0013  | —0.14478                        | —14               | —8.276   | —1         | —2.902   | —1       | —6.691                          | —8                | —8       |
| 7.2      | —0.0013  | —0.14669                        | —14               | —8.252   | —1         | —2.941   | —2       | —6.779                          | —8                | —8       |
| 7.3      | —0.0014  | —0.14860                        | —14               | —8.227   | —1         | —2.979   | —2       | —6.867                          | —8                | —8       |
| 7.4      | —0.0014  | —0.15050                        | —14               | —8.202   | —1         | —3.017   | —2       | —6.955                          | —8                | —8       |
| 7.5      | —0.0014  | —0.15239                        | —14               | —8.177   | —1         | —3.055   | —2       | —7.042                          | —8                | —8       |
| 7.6      | —0.0014  | —0.15427                        | —15               | —8.151   | —1         | —3.093   | —2       | —7.129                          | —8                | —8       |
| 7.7      | —0.0014  | —0.15616                        | —15               | —8.125   | —1         | —3.130   | —2       | —7.216                          | —8                | —8       |
| 7.8      | —0.0014  | —0.15803                        | —15               | —8.099   | —1         | —3.168   | —2       | —7.303                          | —8                | —8       |
| 7.9      | —0.0015  | —0.15990                        | —15               | —8.072   | —1         | —3.206   | —2       | —7.389                          | —8                | —8       |
| 8.0      | —0.0015  | —0.16177                        | —15               | —8.046   | —1         | —3.243   | —2       | —7.475                          | —9                | —9       |
| 8.1      | —0.0015  | —0.16362                        | —15               | —8.018   | —1         | —3.280   | —2       | —7.561                          | —9                | —9       |
| 8.2      | —0.0015  | —0.16548                        | —16               | —7.991   | —1         | —3.317   | —2       | —7.647                          | —9                | —9       |
| 8.3      | —0.0015  | —0.16732                        | —16               | —7.963   | —1         | —3.354   | —2       | —7.732                          | —9                | —9       |
| 8.4      | —0.0015  | —0.16916                        | —16               | —7.935   | —1         | —3.391   | —2       | —7.817                          | —9                | —9       |
| 8.5      | —0.0016  | —0.17099                        | —16               | —7.907   | —1         | —3.428   | —2       | —7.902                          | —9                | —9       |
| 8.6      | —0.0016  | —0.17282                        | —16               | —7.878   | —1         | —3.465   | —2       | —7.986                          | —9                | —9       |
| 8.7      | —0.0016  | —0.17464                        | —16               | —7.849   | —1         | —3.501   | —2       | —8.070                          | —9                | —9       |
| 8.8      | —0.0016  | —0.17646                        | —17               | —7.820   | —1         | —3.537   | —2       | —8.154                          | —9                | —9       |
| 8.9      | —0.0016  | —0.17826                        | —17               | —7.790   | —1         | —3.574   | —2       | —8.238                          | —9                | —9       |
| 9.0      | —0.0016  | —0.18007                        | —17               | —7.760   | —1         | —3.610   | —2       | —8.321                          | —10               | —10      |
| 9.1      | —0.0017  | —0.18186                        | —17               | —7.730   | —1         | —3.646   | —2       | —8.404                          | —10               | —10      |
| 9.2      | —0.0017  | —0.18365                        | —17               | —7.699   | —1         | —3.682   | —2       | —8.487                          | —10               | —10      |
| 9.3      | —0.0017  | —0.18543                        | —18               | —7.669   | —1         | —3.717   | —2       | —8.569                          | —10               | —10      |
| 9.4      | —0.0017  | —0.18720                        | —18               | —7.637   | —1         | —3.753   | —2       | —8.651                          | —10               | —10      |
| 9.5      | —0.0017  | —0.18897                        | —18               | —7.606   | —1         | —3.788   | —2       | —8.733                          | —10               | —10      |
| 9.6      | —0.0017  | —0.19073                        | —18               | —7.574   | —1         | —3.824   | —2       | —8.814                          | —10               | —10      |
| 9.7      | —0.0018  | —0.19249                        | —18               | —7.542   | —1         | —3.859   | —2       | —8.895                          | —10               | —10      |
| 9.8      | —0.0018  | —0.19423                        | —18               | —7.510   | —1         | —3.894   | —2       | —8.976                          | —10               | —10      |
| 9.9      | —0.0018  | —0.19597                        | —18               | —7.477   | —1         | —3.929   | —2       | —9.056                          | —10               | —10      |
| 10.0     | —0.0018  | —0.19770                        | —19               | —7.445   | —1         | —3.963   | —2       | —9.136                          | —10               | —10      |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale setzt.

Tafel Xd.

| Arg.<br>II | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G$ ) <sub>II</sub> | ( $g \cos G$ ) <sub>II</sub> | $f_{II}$ | Arg.<br>II | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G$ ) <sub>II</sub> | ( $g \cos G$ ) <sub>II</sub> | $f_{II}$ |          |     |        |    |        |    |         |
|------------|----------|----------|------------------------------------------|------------------------------|----------|------------|----------|----------|------------------------------------------|------------------------------|----------|----------|-----|--------|----|--------|----|---------|
| 10.0       | -0.0018  | -0.19770 | -19                                      | -7.445                       | -1       | 3.963      | -2       | 9.136    | -10                                      | 15.0                         | -0.0025  | -0.27361 | -26 | -5.457 | -1 | -5.485 | -3 | -12.643 |
| 10.1       | -0.0018  | -0.19943 | -19                                      | -7.411                       | -1       | -3.998     | -2       | 9.216    | -10                                      | 15.1                         | -0.0025  | -0.27488 | -26 | -5.411 | -1 | -5.511 | -3 | -12.702 |
| 10.2       | -0.0018  | -0.20114 | -19                                      | -7.378                       | -1       | -4.032     | -2       | 9.295    | -11                                      | 15.2                         | -0.0025  | -0.27615 | -26 | -5.365 | -1 | -5.536 | -3 | -12.761 |
| 10.3       | -0.0019  | -0.20285 | -19                                      | -7.344                       | -1       | -4.067     | -2       | 9.374    | -11                                      | 15.3                         | -0.0025  | -0.27741 | -26 | -5.318 | -1 | -5.561 | -3 | -12.819 |
| 10.4       | -0.0019  | -0.20455 | -19                                      | -7.310                       | -1       | -4.101     | -2       | 9.453    | -11                                      | 15.4                         | -0.0025  | -0.27866 | -26 | -5.272 | -1 | -5.586 | -3 | -12.877 |
| 10.5       | -0.0019  | -0.20625 | -19                                      | -7.276                       | -1       | -4.135     | -2       | 9.531    | -11                                      | 15.5                         | -0.0026  | -0.27989 | -26 | -5.225 | 0  | -5.611 | -3 | -12.934 |
| 10.6       | -0.0019  | -0.20793 | -20                                      | -7.241                       | -1       | -4.168     | -2       | 9.609    | -11                                      | 15.6                         | -0.0026  | -0.28112 | -26 | -5.178 | 0  | -5.636 | -3 | -12.992 |
| 10.7       | -0.0019  | -0.20961 | -20                                      | -7.206                       | -1       | -4.202     | -2       | 9.686    | -11                                      | 15.7                         | -0.0026  | -0.28233 | -26 | -5.131 | 0  | -5.660 | -3 | -13.047 |
| 10.8       | -0.0019  | -0.21128 | -20                                      | -7.171                       | -1       | -4.236     | -2       | 9.764    | -11                                      | 15.8                         | -0.0026  | -0.28353 | -27 | -5.083 | 0  | -5.684 | -3 | -13.102 |
| 10.9       | -0.0019  | -0.21294 | -20                                      | -7.136                       | -1       | -4.269     | -2       | 9.840    | -11                                      | 15.9                         | -0.0026  | -0.28473 | -27 | -5.035 | 0  | -5.708 | -3 | -13.157 |
| 11.0       | -0.0020  | -0.21460 | -20                                      | -7.100                       | -1       | -4.302     | -2       | 9.917    | -11                                      | 16.0                         | -0.0026  | -0.28591 | -27 | -4.988 | 0  | -5.732 | -3 | -13.212 |
| 11.1       | -0.0020  | -0.21625 | -20                                      | -7.064                       | -1       | -4.335     | -2       | 9.993    | -11                                      | 16.1                         | -0.0026  | -0.28708 | -27 | -4.939 | 0  | -5.755 | -3 | -13.266 |
| 11.2       | -0.0020  | -0.21789 | -21                                      | -7.028                       | -1       | -4.368     | -2       | 10.069   | -11                                      | 16.2                         | -0.0026  | -0.28824 | -27 | -4.891 | 0  | -5.778 | -3 | -13.320 |
| 11.3       | -0.0020  | -0.21952 | -21                                      | -6.991                       | -1       | -4.401     | -2       | 10.144   | -12                                      | 16.3                         | -0.0026  | -0.28939 | -27 | -4.843 | 0  | -5.801 | -3 | -13.373 |
| 11.4       | -0.0020  | -0.22114 | -21                                      | -6.954                       | -1       | -4.433     | -2       | 10.219   | -12                                      | 16.4                         | -0.0027  | -0.29053 | -27 | -4.794 | 0  | -5.824 | -3 | -13.426 |
| 11.5       | -0.0020  | -0.22276 | -21                                      | -6.917                       | -1       | -4.466     | -2       | 10.294   | -12                                      | 16.5                         | -0.0027  | -0.29166 | -27 | -4.745 | 0  | -5.847 | -3 | -13.478 |
| 11.6       | -0.0021  | -0.22437 | -21                                      | -6.880                       | -1       | -4.498     | -2       | 10.368   | -12                                      | 16.6                         | -0.0027  | -0.29278 | -27 | -4.696 | 0  | -5.869 | -3 | -13.529 |
| 11.7       | -0.0021  | -0.22596 | -21                                      | -6.842                       | -1       | -4.530     | -2       | 10.442   | -12                                      | 16.7                         | -0.0027  | -0.29388 | -28 | -4.647 | 0  | -5.891 | -3 | -13.581 |
| 11.8       | -0.0021  | -0.22755 | -21                                      | -6.804                       | -1       | -4.562     | -2       | 10.515   | -12                                      | 16.8                         | -0.0027  | -0.29498 | -28 | -4.598 | 0  | -5.913 | -3 | -13.631 |
| 11.9       | -0.0021  | -0.22913 | -22                                      | -6.766                       | -1       | -4.593     | -2       | 10.588   | -12                                      | 16.9                         | -0.0027  | -0.29606 | -28 | -4.548 | 0  | -5.935 | -3 | -13.681 |
| 12.0       | -0.0021  | -0.23071 | -22                                      | -6.727                       | -1       | -4.625     | -2       | 10.661   | -12                                      | 17.0                         | -0.0027  | -0.29713 | -28 | -4.498 | 0  | -5.957 | -3 | -13.731 |
| 12.1       | -0.0021  | -0.23227 | -22                                      | -6.689                       | -1       | -4.656     | -2       | 10.733   | -12                                      | 17.1                         | -0.0027  | -0.29819 | -28 | -4.448 | 0  | -5.978 | -3 | -13.780 |
| 12.2       | -0.0021  | -0.23382 | -22                                      | -6.650                       | -1       | -4.687     | -2       | 10.805   | -12                                      | 17.2                         | -0.0027  | -0.29924 | -28 | -4.398 | 0  | -5.999 | -3 | -13.828 |
| 12.3       | -0.0022  | -0.23537 | -22                                      | -6.610                       | -1       | -4.718     | -2       | 10.877   | -12                                      | 17.3                         | -0.0027  | -0.30028 | -28 | -4.348 | 0  | -6.020 | -3 | -13.876 |
| 12.4       | -0.0022  | -0.23691 | -22                                      | -6.571                       | -1       | -4.749     | -2       | 10.948   | -12                                      | 17.4                         | -0.0028  | -0.30131 | -28 | -4.297 | 0  | -6.040 | -3 | -13.924 |
| 12.5       | -0.0022  | -0.23844 | -22                                      | -6.531                       | -1       | -4.780     | -2       | 11.018   | -13                                      | 17.5                         | -0.0028  | -0.30233 | -28 | -4.246 | 0  | -6.061 | -3 | -13.971 |
| 12.6       | -0.0022  | -0.23996 | -23                                      | -6.491                       | -1       | -4.810     | -2       | 11.088   | -13                                      | 17.6                         | -0.0028  | -0.30333 | -28 | -4.196 | 0  | -6.081 | -3 | -14.017 |
| 12.7       | -0.0022  | -0.24147 | -23                                      | -6.451                       | -1       | -4.841     | -2       | 11.158   | -13                                      | 17.7                         | -0.0028  | -0.30432 | -28 | -4.145 | 0  | -6.101 | -3 | -14.063 |
| 12.8       | -0.0022  | -0.24297 | -23                                      | -6.410                       | -1       | -4.871     | -2       | 11.228   | -13                                      | 17.8                         | -0.0028  | -0.30530 | -29 | -4.093 | 0  | -6.120 | -3 | -14.108 |
| 12.9       | -0.0022  | -0.24446 | -23                                      | -6.369                       | -1       | -4.901     | -2       | 11.297   | -13                                      | 17.9                         | -0.0028  | -0.30627 | -29 | -4.042 | 0  | -6.140 | -3 | -14.153 |
| 13.0       | -0.0022  | -0.24594 | -23                                      | -6.328                       | -1       | -4.930     | -3       | 11.365   | -13                                      | 18.0                         | -0.0028  | -0.30723 | -29 | -3.990 | 0  | -6.159 | -3 | -14.197 |
| 13.1       | -0.0023  | -0.24742 | -23                                      | -6.287                       | -1       | -4.960     | -3       | 11.433   | -13                                      | 18.1                         | -0.0028  | -0.30817 | -29 | -3.939 | 0  | -6.178 | -3 | -14.241 |
| 13.2       | -0.0023  | -0.24888 | -23                                      | -6.246                       | -1       | -4.989     | -3       | 11.501   | -13                                      | 18.2                         | -0.0028  | -0.30911 | -29 | -3.887 | 0  | -6.197 | -3 | -14.284 |
| 13.3       | -0.0023  | -0.25034 | -24                                      | -6.204                       | -1       | -5.019     | -3       | 11.568   | -13                                      | 18.3                         | -0.0028  | -0.31003 | -29 | -3.835 | 0  | -6.215 | -3 | -14.327 |
| 13.4       | -0.0023  | -0.25179 | -24                                      | -6.162                       | -1       | -5.048     | -3       | 11.635   | -13                                      | 18.4                         | -0.0028  | -0.31094 | -29 | -3.782 | 0  | -6.233 | -3 | -14.369 |
| 13.5       | -0.0023  | -0.25322 | -24                                      | -6.120                       | -1       | -5.076     | -3       | 11.702   | -13                                      | 18.5                         | -0.0029  | -0.31184 | -29 | -3.730 | 0  | -6.251 | -3 | -14.410 |
| 13.6       | -0.0023  | -0.25465 | -24                                      | -6.077                       | -1       | -5.105     | -3       | 11.768   | -13                                      | 18.6                         | -0.0029  | -0.31272 | -29 | -3.678 | 0  | -6.269 | -3 | -14.451 |
| 13.7       | -0.0023  | -0.25607 | -24                                      | -6.034                       | -1       | -5.133     | -3       | 11.833   | -13                                      | 18.7                         | -0.0029  | -0.31360 | -29 | -3.625 | 0  | -6.287 | -3 | -14.491 |
| 13.8       | -0.0024  | -0.25748 | -24                                      | -5.991                       | -1       | -5.162     | -3       | 11.898   | -14                                      | 18.8                         | -0.0029  | -0.31446 | -29 | -3.572 | 0  | -6.304 | -3 | -14.531 |
| 13.9       | -0.0024  | -0.25888 | -24                                      | -5.948                       | -1       | -5.190     | -3       | 11.963   | -14                                      | 18.9                         | -0.0029  | -0.31531 | -29 | -3.519 | 0  | -6.321 | -3 | -14.571 |
| 14.0       | -0.0024  | -0.26026 | -24                                      | -5.905                       | -1       | -5.218     | -3       | 12.027   | -14                                      | 19.0                         | -0.0029  | -0.31615 | -30 | -3.466 | 0  | -6.338 | -3 | -14.609 |
| 14.1       | -0.0024  | -0.26164 | -25                                      | -5.861                       | -1       | -5.245     | -3       | 12.091   | -14                                      | 19.1                         | -0.0029  | -0.31697 | -30 | -3.413 | 0  | -6.354 | -3 | -14.647 |
| 14.2       | -0.0024  | -0.26301 | -25                                      | -5.817                       | -1       | -5.273     | -3       | 12.154   | -14                                      | 19.2                         | -0.0029  | -0.31778 | -30 | -3.359 | 0  | -6.371 | -3 | -14.685 |
| 14.3       | -0.0024  | -0.26437 | -25                                      | -5.773                       | -1       | -5.300     | -3       | 12.217   | -14                                      | 19.3                         | -0.0029  | -0.31859 | -30 | -3.306 | 0  | -6.387 | -3 | -14.722 |
| 14.4       | -0.0024  | -0.26572 | -25                                      | -5.728                       | -1       | -5.327     | -3       | 12.279   | -14                                      | 19.4                         | -0.0029  | -0.31938 | -30 | -3.252 | 0  | -6.403 | -3 | -14.758 |
| 14.5       | -0.0024  | -0.26706 | -25                                      | -5.684                       | -1       | -5.354     | -3       | 12.341   | -14                                      | 19.5                         | -0.0029  | -0.32015 | -30 | -3.198 | 0  | -6.418 | -3 | -14.794 |
| 14.6       | -0.0025  | -0.26839 | -25                                      | -5.639                       | -1       | -5.380     | -3       | 12.402   | -14                                      | 19.6                         | -0.0029  | -0.32092 | -30 | -3.144 | 0  | -6.433 | -3 | -14.830 |
| 14.7       | -0.0025  | -0.26971 | -25                                      | -5.594                       | -1       | -5.407     | -3       | 12.463   | -14                                      | 19.7                         | -0.0029  | -0.32167 | -30 | -3.090 | 0  | -6.449 | -3 | -14.864 |
| 14.8       | -0.0025  | -0.27102 | -25                                      | -5.548                       | -1       | -5.433     | -3       | 12.524   | -14                                      | 19.8                         | -0.0029  | -0.32241 | -30 | -3.036 | 0  | -6.463 | -3 | -14.899 |
| 14.9       | -0.0025  | -0.27232 | -26                                      | -5.503                       | -1       | -5.459     | -3       | 12.584   | -14                                      | 19.9                         | -0.0030  | -0.32313 | -30 | -2.982 | 0  | -6.478 | -3 | -14.932 |
| 15.0       | -0.0025  | -0.27361 | -26                                      | -5.457                       | -1       | -5.485     | -3       | 12.643   | -14                                      | 20.0                         | -0.0030  | -0.32385 | -30 | -2.927 | 0  | -6.492 | -3 | -14.965 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Dec angesetzt.



Tafel Xd.

| $E_{II}$ | $A_{II}$  |      | $B_{II}$<br>( $g \sin G_{II}$ ) |   | $(g \cos G_{II})$ |     | $f_{II}$ |      | Arg.<br>II | $E_{II}$ | $A_{II}$  |      | $B_{II}$<br>( $g \sin G_{II}$ ) |   | $(g \cos G_{II})$ |     | $f_{II}$ |      |
|----------|-----------|------|---------------------------------|---|-------------------|-----|----------|------|------------|----------|-----------|------|---------------------------------|---|-------------------|-----|----------|------|
| — 0°0030 | — 0.32385 | — 30 | — 2°927                         | 0 | — 6°492           | — 3 | — 14°965 | — 17 | 25.0       | — 0°0031 | — 0.34309 | — 32 | — 0°090                         | 0 | — 6°878           | — 3 | — 15°854 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.32455 | — 30 | — 2.873                         | 0 | — 6.506           | — 3 | — 14.998 | — 17 | 25.1       | — 0.0031 | — 0.34313 | — 32 | — 0.032                         | 0 | — 6.879           | — 3 | — 15.856 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.32524 | — 30 | — 2.818                         | 0 | — 6.520           | — 3 | — 15.030 | — 17 | 25.2       | — 0.0031 | — 0.34316 | — 32 | + 0.026                         | 0 | — 6.879           | — 3 | — 15.858 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.32592 | — 30 | — 2.763                         | 0 | — 6.534           | — 3 | — 15.061 | — 17 | 25.3       | — 0.0031 | — 0.34318 | — 32 | + 0.024                         | 0 | — 6.880           | — 3 | — 15.859 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.32658 | — 30 | — 2.708                         | 0 | — 6.547           | — 3 | — 15.092 | — 17 | 25.4       | — 0.0031 | — 0.34319 | — 32 | + 0.042                         | 0 | — 6.880           | — 3 | — 15.859 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.32723 | — 30 | — 2.653                         | 0 | — 6.560           | — 3 | — 15.122 | — 17 | 25.5       | — 0.0031 | — 0.34318 | — 32 | + 0.200                         | 0 | — 6.880           | — 3 | — 15.859 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.32787 | — 31 | — 2.598                         | 0 | — 6.573           | — 3 | — 15.151 | — 17 | 25.6       | — 0.0031 | — 0.34316 | — 32 | + 0.258                         | 0 | — 6.879           | — 3 | — 15.857 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.32850 | — 31 | — 2.543                         | 0 | — 6.585           | — 3 | — 15.180 | — 17 | 25.7       | — 0.0031 | — 0.34312 | — 32 | + 0.316                         | 0 | — 6.879           | — 3 | — 15.856 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.32911 | — 31 | — 2.487                         | 0 | — 6.598           | — 3 | — 15.208 | — 17 | 25.8       | — 0.0031 | — 0.34307 | — 32 | + 0.374                         | 0 | — 6.878           | — 3 | — 15.854 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.32971 | — 31 | — 2.432                         | 0 | — 6.610           | — 3 | — 15.236 | — 17 | 25.9       | — 0.0031 | — 0.34301 | — 32 | + 0.432                         | 0 | — 6.876           | — 3 | — 15.851 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.33030 | — 31 | — 2.376                         | 0 | — 6.622           | — 3 | — 15.263 | — 17 | 26.0       | — 0.0031 | — 0.34293 | — 32 | + 0.490                         | 0 | — 6.875           | — 3 | — 15.847 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.33088 | — 31 | — 2.321                         | 0 | — 6.633           | — 3 | — 15.290 | — 17 | 26.1       | — 0.0031 | — 0.34284 | — 32 | + 0.548                         | 0 | — 6.873           | — 3 | — 15.843 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.33144 | — 31 | — 2.265                         | 0 | — 6.644           | — 3 | — 15.316 | — 17 | 26.2       | — 0.0031 | — 0.34274 | — 32 | + 0.606                         | 0 | — 6.871           | — 3 | — 15.838 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.33199 | — 31 | — 2.209                         | 0 | — 6.655           | — 3 | — 15.341 | — 17 | 26.3       | — 0.0031 | — 0.34262 | — 32 | + 0.664                         | 0 | — 6.868           | — 3 | — 15.833 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.33253 | — 31 | — 2.153                         | 0 | — 6.666           | — 3 | — 15.366 | — 17 | 26.4       | — 0.0031 | — 0.34249 | — 32 | + 0.722                         | 0 | — 6.866           | — 3 | — 15.827 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.33305 | — 31 | — 2.097                         | 0 | — 6.677           | — 3 | — 15.390 | — 17 | 26.5       | — 0.0031 | — 0.34234 | — 32 | + 0.780                         | 0 | — 6.863           | — 3 | — 15.820 | — 18 |
| — 0.0030 | — 0.33356 | — 31 | — 2.041                         | 0 | — 6.687           | — 3 | — 15.414 | — 17 | 26.6       | — 0.0031 | — 0.34219 | — 32 | + 0.838                         | 0 | — 6.860           | — 3 | — 15.813 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33406 | — 31 | — 1.984                         | 0 | — 6.697           | — 3 | — 15.437 | — 17 | 26.7       | — 0.0031 | — 0.34201 | — 32 | + 0.896                         | 0 | — 6.856           | — 3 | — 15.805 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33455 | — 31 | — 1.928                         | 0 | — 6.707           | — 3 | — 15.460 | — 17 | 26.8       | — 0.0031 | — 0.34183 | — 32 | + 0.954                         | 0 | — 6.853           | — 3 | — 15.796 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33502 | — 31 | — 1.871                         | 0 | — 6.716           | — 3 | — 15.481 | — 17 | 26.9       | — 0.0031 | — 0.34163 | — 31 | + 1.012                         | 0 | — 6.849           | — 3 | — 15.787 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33548 | — 31 | — 1.815                         | 0 | — 6.725           | — 3 | — 15.503 | — 17 | 27.0       | — 0.0031 | — 0.34142 | — 31 | + 1.070                         | 0 | — 6.844           | — 3 | — 15.777 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33592 | — 31 | — 1.758                         | 0 | — 6.734           | — 3 | — 15.523 | — 18 | 27.1       | — 0.0031 | — 0.34119 | — 31 | + 1.128                         | 0 | — 6.840           | — 3 | — 15.767 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33636 | — 31 | — 1.701                         | 0 | — 6.743           | — 3 | — 15.543 | — 18 | 27.2       | — 0.0031 | — 0.34095 | — 31 | + 1.186                         | 0 | — 6.835           | — 3 | — 15.756 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33678 | — 31 | — 1.645                         | 0 | — 6.751           | — 3 | — 15.563 | — 18 | 27.3       | — 0.0031 | — 0.34069 | — 31 | + 1.243                         | 0 | — 6.830           | — 3 | — 15.744 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33718 | — 31 | — 1.588                         | 0 | — 6.760           | — 3 | — 15.581 | — 18 | 27.4       | — 0.0031 | — 0.34043 | — 31 | + 1.301                         | 0 | — 6.825           | — 3 | — 15.732 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33758 | — 31 | — 1.531                         | 0 | — 6.767           | — 3 | — 15.600 | — 18 | 27.5       | — 0.0031 | — 0.34015 | — 31 | + 1.359                         | 0 | — 6.819           | — 3 | — 15.719 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33796 | — 31 | — 1.474                         | 0 | — 6.775           | — 3 | — 15.617 | — 18 | 27.6       | — 0.0031 | — 0.33985 | — 31 | + 1.417                         | 0 | — 6.813           | — 3 | — 15.705 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33832 | — 31 | — 1.417                         | 0 | — 6.782           | — 3 | — 15.634 | — 18 | 27.7       | — 0.0031 | — 0.33955 | — 31 | + 1.474                         | 0 | — 6.807           | — 3 | — 15.691 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33868 | — 31 | — 1.360                         | 0 | — 6.790           | — 3 | — 15.651 | — 18 | 27.8       | — 0.0031 | — 0.33923 | — 31 | + 1.532                         | 0 | — 6.800           | — 3 | — 15.676 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33902 | — 31 | — 1.303                         | 0 | — 6.796           | — 3 | — 15.666 | — 18 | 27.9       | — 0.0031 | — 0.33889 | — 31 | + 1.589                         | 0 | — 6.794           | — 3 | — 15.660 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33935 | — 31 | — 1.245                         | 0 | — 6.803           | — 3 | — 15.681 | — 18 | 28.0       | — 0.0031 | — 0.33854 | — 31 | + 1.647                         | 0 | — 6.787           | — 3 | — 15.644 | — 18 |
| — 0.0031 | — 0.33966 | — 32 | — 1.188                         | 0 | — 6.809           | — 3 | — 15.696 | — 18 | 28.1       | — 0.0031 | — 0.33818 | — 31 | + 1.704                         | 0 | — 6.779           | — 3 | — 15.628 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.33996 | — 32 | — 1.131                         | 0 | — 6.815           | — 3 | — 15.710 | — 18 | 28.2       | — 0.0031 | — 0.33780 | — 31 | + 1.761                         | 0 | — 6.772           | — 3 | — 15.610 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34025 | — 32 | — 1.073                         | 0 | — 6.821           | — 3 | — 15.723 | — 18 | 28.3       | — 0.0031 | — 0.33741 | — 31 | + 1.819                         | 0 | — 6.764           | — 3 | — 15.592 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34052 | — 32 | — 1.016                         | 0 | — 6.826           | — 3 | — 15.736 | — 18 | 28.4       | — 0.0031 | — 0.33701 | — 31 | + 1.876                         | 0 | — 6.756           | — 3 | — 15.574 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34078 | — 32 | — 0.958                         | 0 | — 6.832           | — 3 | — 15.748 | — 18 | 28.5       | — 0.0031 | — 0.33660 | — 31 | + 1.933                         | 0 | — 6.748           | — 3 | — 15.554 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34103 | — 32 | — 0.900                         | 0 | — 6.837           | — 3 | — 15.759 | — 18 | 28.6       | — 0.0031 | — 0.33617 | — 31 | + 1.990                         | 0 | — 6.739           | — 3 | — 15.534 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34127 | — 32 | — 0.843                         | 0 | — 6.841           | — 3 | — 15.770 | — 18 | 28.7       | — 0.0031 | — 0.33572 | — 31 | + 2.047                         | 0 | — 6.730           | — 3 | — 15.514 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34149 | — 32 | — 0.785                         | 0 | — 6.846           | — 3 | — 15.780 | — 18 | 28.8       | — 0.0031 | — 0.33527 | — 31 | + 2.104                         | 0 | — 6.721           | — 3 | — 15.493 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34169 | — 32 | — 0.727                         | 0 | — 6.850           | — 3 | — 15.790 | — 18 | 28.9       | — 0.0031 | — 0.33480 | — 31 | + 2.161                         | 0 | — 6.712           | — 3 | — 15.471 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34189 | — 32 | — 0.670                         | 0 | — 6.854           | — 3 | — 15.799 | — 18 | 29.0       | — 0.0031 | — 0.33431 | — 31 | + 2.218                         | 0 | — 6.702           | — 3 | — 15.449 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34207 | — 32 | — 0.612                         | 0 | — 6.857           | — 3 | — 15.807 | — 18 | 29.1       | — 0.0031 | — 0.33382 | — 31 | + 2.274                         | 0 | — 6.692           | — 3 | — 15.426 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34224 | — 32 | — 0.554                         | 0 | — 6.861           | — 3 | — 15.815 | — 18 | 29.2       | — 0.0030 | — 0.33331 | — 31 | + 2.331                         | 0 | — 6.682           | — 3 | — 15.402 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0°34239 | — 32 | — 0.496                         | 0 | — 6.864           | — 3 | — 15.822 | — 18 | 29.3       | — 0.0030 | — 0.33278 | — 31 | + 2.388                         | 0 | — 6.671           | — 3 | — 15.378 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34253 | — 32 | — 0.438                         | 0 | — 6.867           | — 3 | — 15.828 | — 18 | 29.4       | — 0.0030 | — 0.33225 | — 31 | + 2.444                         | 0 | — 6.661           | — 3 | — 15.353 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34266 | — 32 | — 0.380                         | 0 | — 6.869           | — 3 | — 15.834 | — 18 | 29.5       | — 0.0030 | — 0.33170 | — 30 | + 2.500                         | 0 | — 6.650           | — 3 | — 15.328 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34277 | — 32 | — 0.322                         | 0 | — 6.872           | — 3 | — 15.840 | — 18 | 29.6       | — 0.0030 | — 0.33113 | — 30 | + 2.557                         | 0 | — 6.638           | — 3 | — 15.302 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34287 | — 32 | — 0.264                         | 0 | — 6.874           | — 3 | — 15.844 | — 18 | 29.7       | — 0.0030 | — 0.33055 | — 30 | + 2.613                         | 0 | — 6.627           | — 3 | — 15.275 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34296 | — 32 | — 0.207                         | 0 | — 6.875           | — 3 | — 15.848 | — 18 | 29.8       | — 0.0030 | — 0.32996 | — 30 | + 2.669                         | 0 | — 6.615           | — 3 | — 15.248 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34303 | — 32 | — 0.148                         | 0 | — 6.877           | — 3 | — 15.852 | — 18 | 29.9       | — 0.0030 | — 0.32936 | — 30 | + 2.725                         | 0 | — 6.603           | — 3 | — 15.220 | — 17 |
| — 0.0031 | — 0.34309 | — 32 | — 0.090                         | 0 | — 6.878           | — 3 | — 15.854 | — 18 | 30.0       | — 0.0030 | — 0.32874 | — 30 | + 2.781                         | 0 | — 6.590           | — 3 | — 15.191 | — 17 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale setzt.

Tafel Xd.

| $\Delta \pi$<br>II | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $\sin G_{II}$ ) | ( $\cos G_{II}$ ) | $f_{II}$ | $\Delta \pi$<br>II | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $\sin G_{II}$ ) | ( $\cos G_{II}$ ) | $f_{II}$ |          |     |        |    |        |    |         |
|--------------------|----------|----------|-------------------------------|-------------------|----------|--------------------|----------|----------|-------------------------------|-------------------|----------|----------|-----|--------|----|--------|----|---------|
| 30.0               | -0.0030  | -0.32874 | -30                           | +2.781            | 0        | -6.590             | -3       | -15.191  | -17                           | 35.0              | -0.0026  | -0.28158 | -26 | +5.401 | +1 | -5.644 | -3 | -15.009 |
| 30.1               | -0.0030  | -0.32811 | -30                           | +2.837            | 0        | -6.578             | -3       | -15.162  | -17                           | 35.1              | -0.0026  | -0.28026 | -26 | +5.449 | +1 | -5.619 | -3 | -15.051 |
| 30.2               | -0.0030  | -0.32747 | -30                           | +2.892            | 0        | -6.565             | -3       | -15.132  | -17                           | 35.2              | -0.0026  | -0.27900 | -25 | +5.497 | +1 | -5.593 | -3 | -15.093 |
| 30.3               | -0.0030  | -0.32681 | -30                           | +2.948            | 0        | -6.552             | -3       | -15.102  | -17                           | 35.3              | -0.0025  | -0.27772 | -25 | +5.544 | +1 | -5.567 | -3 | -15.134 |
| 30.4               | -0.0030  | -0.32614 | -30                           | +3.004            | 0        | -6.538             | -3       | -15.071  | -17                           | 35.4              | -0.0025  | -0.27643 | -25 | +5.591 | +1 | -5.542 | -3 | -15.174 |
| 30.5               | -0.0030  | -0.32546 | -30                           | +3.059            | 0        | -6.525             | -3       | -15.040  | -17                           | 35.5              | -0.0025  | -0.27512 | -25 | +5.639 | +1 | -5.515 | -3 | -15.214 |
| 30.6               | -0.0030  | -0.32476 | -30                           | +3.114            | 0        | -6.511             | -3       | -15.007  | -17                           | 35.6              | -0.0025  | -0.27381 | -25 | +5.685 | +1 | -5.489 | -3 | -15.253 |
| 30.7               | -0.0030  | -0.32405 | -30                           | +3.169            | 0        | -6.496             | -3       | -14.975  | -17                           | 35.7              | -0.0025  | -0.27248 | -25 | +5.732 | +1 | -5.462 | -3 | -15.292 |
| 30.8               | -0.0030  | -0.32333 | -30                           | +3.224            | 0        | -6.482             | -3       | -14.941  | -17                           | 35.8              | -0.0025  | -0.27115 | -25 | +5.779 | +1 | -5.436 | -3 | -15.330 |
| 30.9               | -0.0029  | -0.32259 | -30                           | +3.279            | 0        | -6.467             | -3       | -14.907  | -17                           | 35.9              | -0.0025  | -0.26980 | -25 | +5.825 | +1 | -5.409 | -3 | -15.368 |
| 31.0               | -0.0029  | -0.32184 | -29                           | +3.334            | 0        | -6.452             | -3       | -14.873  | -17                           | 36.0              | -0.0025  | -0.26844 | -24 | +5.871 | +1 | -5.381 | -3 | -15.405 |
| 31.1               | -0.0029  | -0.32108 | -29                           | +3.389            | 0        | -6.437             | -3       | -14.837  | -17                           | 36.1              | -0.0024  | -0.26707 | -24 | +5.916 | +1 | -5.354 | -3 | -15.441 |
| 31.2               | -0.0029  | -0.32031 | -29                           | +3.443            | 0        | -6.421             | -3       | -14.802  | -17                           | 36.2              | -0.0024  | -0.26569 | -24 | +5.962 | +1 | -5.326 | -3 | -15.476 |
| 31.3               | -0.0029  | -0.31952 | -29                           | +3.498            | 0        | -6.405             | -3       | -14.765  | -16                           | 36.3              | -0.0024  | -0.26430 | -24 | +6.007 | +1 | -5.298 | -3 | -15.511 |
| 31.4               | -0.0029  | -0.31872 | -29                           | +3.552            | 0        | -6.389             | -3       | -14.728  | -16                           | 36.4              | -0.0024  | -0.26290 | -24 | +6.052 | +1 | -5.270 | -3 | -15.546 |
| 31.5               | -0.0029  | -0.31790 | -29                           | +3.606            | 0        | -6.373             | -3       | -14.691  | -16                           | 36.5              | -0.0024  | -0.26148 | -24 | +6.097 | +1 | -5.242 | -3 | -15.581 |
| 31.6               | -0.0029  | -0.31708 | -29                           | +3.660            | 0        | -6.357             | -3       | -14.652  | -16                           | 36.6              | -0.0024  | -0.26006 | -24 | +6.141 | +1 | -5.213 | -3 | -15.615 |
| 31.7               | -0.0029  | -0.31624 | -29                           | +3.714            | 0        | -6.340             | -3       | -14.614  | -16                           | 36.7              | -0.0024  | -0.25862 | -24 | +6.186 | +1 | -5.185 | -3 | -15.649 |
| 31.8               | -0.0029  | -0.31539 | -29                           | +3.768            | 0        | -6.323             | -3       | -14.577  | -16                           | 36.8              | -0.0024  | -0.25718 | -23 | +6.230 | +1 | -5.156 | -3 | -15.682 |
| 31.9               | -0.0029  | -0.31452 | -29                           | +3.822            | 0        | -6.305             | -3       | -14.534  | -16                           | 36.9              | -0.0023  | -0.25572 | -23 | +6.274 | +1 | -5.126 | -3 | -15.715 |
| 32.0               | -0.0029  | -0.31364 | -29                           | +3.875            | 0        | -6.288             | -3       | -14.494  | -16                           | 37.0              | -0.0023  | -0.25425 | -23 | +6.317 | +1 | -5.097 | -3 | -15.748 |
| 32.1               | -0.0029  | -0.31275 | -29                           | +3.928            | 0        | -6.270             | -3       | -14.452  | -16                           | 37.1              | -0.0023  | -0.25277 | -23 | +6.360 | +1 | -5.067 | -3 | -15.781 |
| 32.2               | -0.0029  | -0.31185 | -29                           | +3.982            | 0        | -6.252             | -3       | -14.411  | -16                           | 37.2              | -0.0023  | -0.25129 | -23 | +6.403 | +1 | -5.038 | -3 | -15.813 |
| 32.3               | -0.0028  | -0.31093 | -28                           | +4.035            | 0        | -6.233             | -3       | -14.368  | -16                           | 37.3              | -0.0023  | -0.24979 | -23 | +6.446 | +1 | -5.008 | -3 | -15.845 |
| 32.4               | -0.0028  | -0.31000 | -28                           | +4.087            | 0        | -6.215             | -3       | -14.325  | -16                           | 37.4              | -0.0023  | -0.24828 | -23 | +6.489 | +1 | -4.977 | -3 | -15.877 |
| 32.5               | -0.0028  | -0.30906 | -28                           | +4.140            | 0        | -6.196             | -3       | -14.282  | -16                           | 37.5              | -0.0023  | -0.24676 | -22 | +6.531 | +1 | -4.947 | -3 | -15.909 |
| 32.6               | -0.0028  | -0.30811 | -28                           | +4.193            | 0        | -6.177             | -3       | -14.238  | -16                           | 37.6              | -0.0022  | -0.24523 | -22 | +6.573 | +1 | -4.916 | -3 | -15.940 |
| 32.7               | -0.0028  | -0.30714 | -28                           | +4.245            | 0        | -6.157             | -3       | -14.193  | -16                           | 37.7              | -0.0022  | -0.24369 | -22 | +6.615 | +1 | -4.885 | -3 | -15.971 |
| 32.8               | -0.0028  | -0.30616 | -28                           | +4.297            | 0        | -6.138             | -3       | -14.148  | -16                           | 37.8              | -0.0022  | -0.24214 | -22 | +6.657 | +1 | -4.854 | -3 | -16.002 |
| 32.9               | -0.0028  | -0.30517 | -28                           | +4.349            | 0        | -6.118             | -3       | -14.102  | -16                           | 37.9              | -0.0022  | -0.24058 | -22 | +6.698 | +1 | -4.823 | -3 | -16.032 |
| 33.0               | -0.0028  | -0.30416 | -28                           | +4.401            | 0        | -6.098             | -3       | -14.056  | -16                           | 38.0              | -0.0022  | -0.23901 | -22 | +6.739 | +1 | -4.792 | -3 | -16.062 |
| 33.1               | -0.0028  | -0.30315 | -28                           | +4.453            | 0        | -6.077             | -3       | -14.009  | -16                           | 38.1              | -0.0022  | -0.23743 | -22 | +6.780 | +1 | -4.760 | -3 | -16.092 |
| 33.2               | -0.0028  | -0.30212 | -28                           | +4.505            | 0        | -6.057             | -3       | -13.961  | -16                           | 38.2              | -0.0022  | -0.23585 | -21 | +6.820 | +1 | -4.728 | -3 | -16.121 |
| 33.3               | -0.0028  | -0.30108 | -28                           | +4.556            | 0        | -6.036             | -3       | -13.913  | -15                           | 38.3              | -0.0021  | -0.23425 | -21 | +6.860 | +1 | -4.696 | -3 | -16.150 |
| 33.4               | -0.0027  | -0.30002 | -27                           | +4.607            | 0        | -6.015             | -3       | -13.864  | -15                           | 38.4              | -0.0021  | -0.23264 | -21 | +6.900 | +1 | -4.664 | -3 | -16.179 |
| 33.5               | -0.0027  | -0.29896 | -27                           | +4.658            | 0        | -5.993             | -3       | -13.815  | -15                           | 38.5              | -0.0021  | -0.23102 | -21 | +6.940 | +1 | -4.631 | -3 | -16.208 |
| 33.6               | -0.0027  | -0.29788 | -27                           | +4.709            | +1       | -5.972             | -3       | -13.765  | -15                           | 38.6              | -0.0021  | -0.22939 | -21 | +6.979 | +1 | -4.599 | -3 | -16.237 |
| 33.7               | -0.0027  | -0.29679 | -27                           | +4.760            | +1       | -5.950             | -3       | -13.715  | -15                           | 38.7              | -0.0021  | -0.22775 | -21 | +7.018 | +1 | -4.566 | -3 | -16.265 |
| 33.8               | -0.0027  | -0.29568 | -27                           | +4.810            | +1       | -5.928             | -3       | -13.664  | -15                           | 38.8              | -0.0021  | -0.22611 | -21 | +7.057 | +1 | -4.533 | -3 | -16.293 |
| 33.9               | -0.0027  | -0.29457 | -27                           | +4.860            | +1       | -5.905             | -3       | -13.612  | -15                           | 38.9              | -0.0021  | -0.22445 | -20 | +7.096 | +1 | -4.500 | -3 | -16.321 |
| 34.0               | -0.0027  | -0.29344 | -27                           | +4.911            | +1       | -5.883             | -3       | -13.560  | -15                           | 39.0              | -0.0020  | -0.22278 | -20 | +7.134 | +1 | -4.466 | -3 | -16.349 |
| 34.1               | -0.0027  | -0.29231 | -27                           | +4.961            | +1       | -5.860             | -3       | -13.508  | -15                           | 39.1              | -0.0020  | -0.22111 | -20 | +7.172 | +1 | -4.432 | -3 | -16.377 |
| 34.2               | -0.0027  | -0.29115 | -27                           | +5.010            | +1       | -5.837             | -3       | -13.454  | -15                           | 39.2              | -0.0020  | -0.21942 | -20 | +7.209 | +1 | -4.399 | -3 | -16.404 |
| 34.3               | -0.0027  | -0.28999 | -26                           | +5.060            | +1       | -5.814             | -3       | -13.401  | -15                           | 39.3              | -0.0020  | -0.21773 | -20 | +7.247 | +1 | -4.365 | -3 | -16.431 |
| 34.4               | -0.0026  | -0.28882 | -26                           | +5.109            | +1       | -5.790             | -3       | -13.346  | -15                           | 39.4              | -0.0020  | -0.21603 | -20 | +7.284 | +1 | -4.331 | -3 | -16.458 |
| 34.5               | -0.0026  | -0.28763 | -26                           | +5.158            | +1       | -5.766             | -3       | -13.292  | -15                           | 39.5              | -0.0020  | -0.21431 | -19 | +7.321 | +1 | -4.296 | -3 | -16.484 |
| 34.6               | -0.0026  | -0.28643 | -26                           | +5.207            | +1       | -5.742             | -3       | -13.236  | -15                           | 39.6              | -0.0019  | -0.21259 | -19 | +7.357 | +1 | -4.262 | -3 | -16.510 |
| 34.7               | -0.0026  | -0.28522 | -26                           | +5.256            | +1       | -5.718             | -3       | -13.180  | -15                           | 39.7              | -0.0019  | -0.21087 | -19 | +7.393 | +1 | -4.227 | -3 | -16.535 |
| 34.8               | -0.0026  | -0.28400 | -26                           | +5.305            | +1       | -5.693             | -3       | -13.124  | -15                           | 39.8              | -0.0019  | -0.20913 | -19 | +7.429 | +1 | -4.192 | -3 | -16.560 |
| 34.9               | -0.0026  | -0.28277 | -26                           | +5.353            | +1       | -5.669             | -3       | -13.067  | -15                           | 39.9              | -0.0019  | -0.20738 | -19 | +7.465 | +1 | -4.157 | -3 | -16.585 |
| 35.0               | -0.0026  | -0.28152 | -26                           | +5.401            | +1       | -5.644             | -3       | -13.009  | -14                           | 40.0              | -0.0019  | -0.20562 | -19 | +7.501 | +1 | -4.122 | -3 | -16.610 |

Die Zahlen der zweiten Spalten sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multiplizieren, und sind in Einheiten der letzten Spalte angesetzt.



Tafel Xd.

| rg.<br>II | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G$ ) <sub>II</sub> | ( $g \cos G$ ) <sub>II</sub> | $f_{II}$ | Arg.<br>II | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G$ ) <sub>II</sub> | ( $g \cos G$ ) <sub>II</sub> | $f_{II}$ |          |     |        |    |        |    |        |    |
|-----------|----------|----------|------------------------------------------|------------------------------|----------|------------|----------|----------|------------------------------------------|------------------------------|----------|----------|-----|--------|----|--------|----|--------|----|
| 0.0       | -0.00019 | -0.20562 | -19                                      | +7.501                       | +1       | -4.122     | -2       | -9.502   | -11                                      | 45.0                         | -0.00010 | -0.10847 | -10 | +8.858 | +1 | -2.174 | -1 | -5.012 | -6 |
| 0.1       | -0.00019 | -0.20386 | -18                                      | +7.536                       | +1       | -4.087     | -2       | -9.420   | -10                                      | 45.1                         | -0.00010 | -0.10637 | -10 | +8.876 | +1 | -2.132 | -1 | -4.916 | -5 |
| 0.2       | -0.00018 | -0.20209 | -18                                      | +7.570                       | +1       | -4.051     | -2       | -9.338   | -10                                      | 45.2                         | -0.00010 | -0.10428 | -9  | +8.894 | +1 | -2.090 | -1 | -4.819 | -5 |
| 0.3       | -0.00018 | -0.20030 | -18                                      | +7.605                       | +1       | -4.015     | -2       | -9.256   | -10                                      | 45.3                         | -0.00009 | -0.10217 | -9  | +8.912 | +1 | -2.048 | -1 | -4.721 | -5 |
| 0.4       | -0.00018 | -0.19851 | -18                                      | +7.639                       | +1       | -3.980     | -2       | -9.173   | -10                                      | 45.4                         | -0.00009 | -0.10006 | -9  | +8.929 | +1 | -2.006 | -1 | -4.624 | -5 |
| 0.5       | -0.00018 | -0.19671 | -18                                      | +7.673                       | +1       | -3.944     | -2       | -9.090   | -10                                      | 45.5                         | -0.00009 | -0.09795 | -9  | +8.946 | +1 | -1.964 | -1 | -4.526 | -5 |
| 0.6       | -0.00018 | -0.19491 | -18                                      | +7.706                       | +1       | -3.907     | -2       | -9.007   | -10                                      | 45.6                         | -0.00009 | -0.09583 | -9  | +8.963 | +1 | -1.921 | -1 | -4.429 | -5 |
| 0.7       | -0.00018 | -0.19309 | -17                                      | +7.739                       | +1       | -3.871     | -2       | -8.923   | -10                                      | 45.7                         | -0.00009 | -0.09371 | -8  | +8.979 | +1 | -1.879 | -1 | -4.331 | -5 |
| 0.8       | -0.00017 | -0.19127 | -17                                      | +7.772                       | +1       | -3.834     | -2       | -8.839   | -10                                      | 45.8                         | -0.00008 | -0.09159 | -8  | +8.995 | +1 | -1.836 | -1 | -4.232 | -5 |
| 0.9       | -0.00017 | -0.18944 | -17                                      | +7.805                       | +1       | -3.798     | -2       | -8.754   | -10                                      | 45.9                         | -0.00008 | -0.08946 | -8  | +9.011 | +1 | -1.793 | -1 | -4.134 | -5 |
| 1.0       | -0.00017 | -0.18760 | -17                                      | +7.837                       | +1       | -3.761     | -2       | -8.669   | -10                                      | 46.0                         | -0.00008 | -0.08733 | -8  | +9.026 | +1 | -1.751 | -1 | -4.036 | -4 |
| 1.1       | -0.00017 | -0.18576 | -17                                      | +7.869                       | +1       | -3.724     | -2       | -8.584   | -9                                       | 46.1                         | -0.00008 | -0.08520 | -8  | +9.040 | +1 | -1.708 | -1 | -3.937 | -4 |
| 1.2       | -0.00017 | -0.18390 | -17                                      | +7.901                       | +1       | -3.687     | -2       | -8.498   | -9                                       | 46.2                         | -0.00008 | -0.08306 | -8  | +9.055 | +1 | -1.665 | -1 | -3.838 | -4 |
| 1.3       | -0.00017 | -0.18204 | -16                                      | +7.932                       | +1       | -3.649     | -2       | -8.412   | -9                                       | 46.3                         | -0.00007 | -0.08091 | -7  | +9.069 | +1 | -1.622 | -1 | -3.739 | -4 |
| 1.4       | -0.00016 | -0.18017 | -16                                      | +7.963                       | +1       | -3.612     | -2       | -8.326   | -9                                       | 46.4                         | -0.00007 | -0.07877 | -7  | +9.083 | +1 | -1.579 | -1 | -3.640 | -4 |
| 1.5       | -0.00016 | -0.17829 | -16                                      | +7.994                       | +1       | -3.574     | -2       | -8.239   | -9                                       | 46.5                         | -0.00007 | -0.07662 | -7  | +9.096 | +1 | -1.536 | -1 | -3.541 | -4 |
| 1.6       | -0.00016 | -0.17641 | -16                                      | +8.024                       | +1       | -3.536     | -2       | -8.152   | -9                                       | 46.6                         | -0.00007 | -0.07446 | -7  | +9.109 | +1 | -1.493 | -1 | -3.441 | -4 |
| 1.7       | -0.00016 | -0.17452 | -16                                      | +8.054                       | +1       | -3.498     | -2       | -8.065   | -9                                       | 46.7                         | -0.00007 | -0.07231 | -7  | +9.122 | +1 | -1.450 | -1 | -3.342 | -4 |
| 1.8       | -0.00016 | -0.17262 | -16                                      | +8.084                       | +1       | -3.460     | -2       | -7.977   | -9                                       | 46.8                         | -0.00006 | -0.07015 | -6  | +9.134 | +1 | -1.406 | -1 | -3.242 | -4 |
| 1.9       | -0.00016 | -0.17072 | -15                                      | +8.113                       | +1       | -3.422     | -2       | -7.889   | -9                                       | 46.9                         | -0.00006 | -0.06799 | -6  | +9.146 | +1 | -1.363 | -1 | -3.142 | -3 |
| 2.0       | -0.00015 | -0.16880 | -15                                      | +8.143                       | +1       | -3.384     | -2       | -7.800   | -9                                       | 47.0                         | -0.00006 | -0.06582 | -6  | +9.157 | +1 | -1.320 | -1 | -3.042 | -3 |
| 2.1       | -0.00015 | -0.16688 | -15                                      | +8.171                       | +1       | -3.345     | -2       | -7.712   | -9                                       | 47.1                         | -0.00006 | -0.06366 | -6  | +9.168 | +1 | -1.276 | -1 | -2.942 | -3 |
| 2.2       | -0.00015 | -0.16496 | -15                                      | +8.200                       | +1       | -3.307     | -2       | -7.623   | -8                                       | 47.2                         | -0.00006 | -0.06149 | -6  | +9.179 | +1 | -1.233 | -1 | -2.841 | -3 |
| 2.3       | -0.00015 | -0.16302 | -15                                      | +8.228                       | +1       | -3.268     | -2       | -7.533   | -8                                       | 47.3                         | -0.00005 | -0.05931 | -5  | +9.189 | +1 | -1.189 | -1 | -2.741 | -3 |
| 2.4       | -0.00015 | -0.16108 | -15                                      | +8.256                       | +1       | -3.229     | -2       | -7.444   | -8                                       | 47.4                         | -0.00005 | -0.05714 | -5  | +9.199 | +1 | -1.145 | -1 | -2.640 | -3 |
| 2.5       | -0.00015 | -0.15913 | -14                                      | +8.283                       | +1       | -3.190     | -2       | -7.354   | -8                                       | 47.5                         | -0.00005 | -0.05496 | -5  | +9.209 | +1 | -1.102 | -1 | -2.540 | -3 |
| 2.6       | -0.00014 | -0.15718 | -14                                      | +8.310                       | +1       | -3.151     | -1       | -7.263   | -8                                       | 47.6                         | -0.00005 | -0.05278 | -5  | +9.218 | +1 | -1.058 | -1 | -2.439 | -3 |
| 2.7       | -0.00014 | -0.15521 | -14                                      | +8.337                       | +1       | -3.112     | -1       | -7.173   | -8                                       | 47.7                         | -0.00005 | -0.05060 | -5  | +9.227 | +1 | -1.014 | -1 | -2.338 | -2 |
| 2.8       | -0.00014 | -0.15325 | -14                                      | +8.363                       | +1       | -3.074     | -1       | -7.082   | -8                                       | 47.8                         | -0.00004 | -0.04842 | -4  | +9.236 | +1 | -0.971 | -1 | -2.237 | -2 |
| 2.9       | -0.00014 | -0.15127 | -14                                      | +8.389                       | +1       | -3.033     | -1       | -6.990   | -8                                       | 47.9                         | -0.00004 | -0.04623 | -4  | +9.244 | +1 | -0.927 | -1 | -2.136 | -2 |
| 3.0       | -0.00014 | -0.14929 | -14                                      | +8.415                       | +1       | -2.993     | -1       | -6.899   | -8                                       | 48.0                         | -0.00004 | -0.04404 | -4  | +9.251 | +1 | -0.883 | -1 | -2.035 | -2 |
| 3.1       | -0.00013 | -0.14730 | -13                                      | +8.441                       | +1       | -2.953     | -1       | -6.807   | -8                                       | 48.1                         | -0.00004 | -0.04185 | -4  | +9.259 | +1 | -0.839 | -1 | -1.934 | -2 |
| 3.2       | -0.00013 | -0.14531 | -13                                      | +8.466                       | +1       | -2.913     | -1       | -6.715   | -7                                       | 48.2                         | -0.00004 | -0.03966 | -4  | +9.266 | +1 | -0.795 | -1 | -1.833 | -2 |
| 3.3       | -0.00013 | -0.14331 | -13                                      | +8.490                       | +1       | -2.873     | -1       | -6.622   | -7                                       | 48.3                         | -0.00003 | -0.03746 | -3  | +9.272 | +1 | -0.751 | -1 | -1.731 | -2 |
| 3.4       | -0.00013 | -0.14130 | -13                                      | +8.515                       | +1       | -2.833     | -1       | -6.530   | -7                                       | 48.4                         | -0.00003 | -0.03527 | -3  | +9.279 | +1 | -0.707 | -1 | -1.630 | -2 |
| 3.5       | -0.00013 | -0.13929 | -13                                      | +8.539                       | +1       | -2.792     | -1       | -6.437   | -7                                       | 48.5                         | -0.00003 | -0.03307 | -3  | +9.284 | +1 | -0.663 | -1 | -1.528 | -2 |
| 3.6       | -0.00013 | -0.13728 | -12                                      | +8.563                       | +1       | -2.752     | -1       | -6.344   | -7                                       | 48.6                         | -0.00003 | -0.03088 | -3  | +9.290 | +1 | -0.619 | -1 | -1.427 | -2 |
| 3.7       | -0.00012 | -0.13525 | -12                                      | +8.586                       | +1       | -2.711     | -1       | -6.250   | -7                                       | 48.7                         | -0.00003 | -0.02868 | -3  | +9.295 | +1 | -0.575 | -1 | -1.325 | -1 |
| 3.8       | -0.00012 | -0.13323 | -12                                      | +8.609                       | +1       | -2.671     | -1       | -6.156   | -7                                       | 48.8                         | -0.00002 | -0.02647 | -2  | +9.300 | +1 | -0.531 | -1 | -1.223 | -1 |
| 3.9       | -0.00012 | -0.13119 | -12                                      | +8.632                       | +1       | -2.630     | -1       | -6.062   | -7                                       | 48.9                         | -0.00002 | -0.02427 | -2  | +9.304 | +1 | -0.487 | -1 | -1.122 | -1 |
| 4.0       | -0.00012 | -0.12915 | -12                                      | +8.654                       | +1       | -2.589     | -1       | -5.968   | -7                                       | 49.0                         | -0.00002 | -0.02207 | -2  | +9.308 | +1 | -0.442 | -1 | -1.020 | -1 |
| 4.1       | -0.00012 | -0.12711 | -11                                      | +8.676                       | +1       | -2.548     | -1       | -5.874   | -6                                       | 49.1                         | -0.00002 | -0.01987 | -2  | +9.312 | +1 | -0.398 | -1 | -0.918 | -1 |
| 4.2       | -0.00011 | -0.12506 | -11                                      | +8.697                       | +1       | -2.507     | -1       | -5.779   | -6                                       | 49.2                         | -0.00002 | -0.01766 | -2  | +9.315 | +1 | -0.354 | -1 | -0.816 | -1 |
| 4.3       | -0.00011 | -0.12300 | -11                                      | +8.719                       | +1       | -2.466     | -1       | -5.684   | -6                                       | 49.3                         | -0.00001 | -0.01546 | -1  | +9.318 | +1 | -0.310 | -1 | -0.714 | -1 |
| 4.4       | -0.00011 | -0.12094 | -11                                      | +8.740                       | +1       | -2.424     | -1       | -5.589   | -6                                       | 49.4                         | -0.00001 | -0.01325 | -1  | +9.320 | +1 | -0.266 | -1 | -0.613 | -1 |
| 4.5       | -0.00011 | -0.11887 | -11                                      | +8.760                       | +1       | -2.383     | -1       | -5.493   | -6                                       | 49.5                         | -0.00001 | -0.01104 | -1  | +9.322 | +1 | -0.221 | -1 | -0.510 | -1 |
| 4.6       | -0.00011 | -0.11680 | -11                                      | +8.780                       | +1       | -2.342     | -1       | -5.398   | -6                                       | 49.6                         | -0.00001 | -0.00884 | -1  | +9.324 | +1 | -0.177 | -1 | -0.408 | -1 |
| 4.7       | -0.00010 | -0.11473 | -10                                      | +8.800                       | +1       | -2.300     | -1       | -5.302   | -6                                       | 49.7                         | -0.00001 | -0.00663 | -1  | +9.325 | +1 | -0.133 | -1 | -0.306 | -1 |
| 4.8       | -0.00010 | -0.11265 | -10                                      | +8.820                       | +1       | -2.258     | -1       | -5.205   | -6                                       | 49.8                         | -0.00000 | -0.00442 | -1  | +9.326 | +1 | -0.089 | -1 | -0.204 | -1 |
| 4.9       | -0.00010 | -0.11056 | -10                                      | +8.839                       | +1       | -2.216     | -1       | -5.109   | -6                                       | 49.9                         | -0.00000 | -0.00221 | -1  | +9.327 | +1 | -0.044 | -1 | -0.102 | -1 |
| 5.0       | -0.00010 | -0.10847 | -10                                      | +8.858                       | +1       | -2.174     | -1       | -5.012   | -6                                       | 50.0                         | -0.00000 | -0.00001 | -1  | +9.327 | +1 | -0.000 | -1 | -0.000 | -1 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale gesetzt.

Tafel Xd.

| Arg. II | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G$ ) $_{II}$ | ( $g \cos G$ ) $_{II}$ | $f_{II}$ | Arg. II | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G$ ) $_{II}$ | ( $g \cos G$ ) $_{II}$ | $f_{II}$ |
|---------|----------|----------|------------------------------------|------------------------|----------|---------|----------|----------|------------------------------------|------------------------|----------|
| 50.0    | 0.0000   | -0.00001 | 0                                  | +9.327                 | +1       | 0.000   | 0        | 0.000    | 0                                  | 0.000                  | 0        |
| 50.1    | 0.0000   | +0.00220 | 0                                  | +9.327                 | +1       | +0.044  | 0        | +0.102   | 0                                  | +0.102                 | 0        |
| 50.2    | 0.0000   | +0.00441 | 0                                  | +9.326                 | +1       | +0.088  | 0        | +0.204   | 0                                  | +0.204                 | 0        |
| 50.3    | +0.0001  | +0.00662 | +1                                 | +9.325                 | +1       | +0.133  | 0        | +0.306   | 0                                  | +0.306                 | 0        |
| 50.4    | +0.0001  | +0.00882 | +1                                 | +9.324                 | +1       | +0.177  | 0        | +0.408   | 0                                  | +0.408                 | 0        |
| 50.5    | +0.0001  | +0.01103 | +1                                 | +9.322                 | +1       | +0.221  | 0        | +0.510   | +1                                 | +0.510                 | +1       |
| 50.6    | +0.0001  | +0.01324 | +1                                 | +9.320                 | +1       | +0.265  | 0        | +0.612   | +1                                 | +0.612                 | +1       |
| 50.7    | +0.0001  | +0.01544 | +1                                 | +9.318                 | +1       | +0.310  | 0        | +0.714   | +1                                 | +0.714                 | +1       |
| 50.8    | +0.0002  | +0.01765 | +2                                 | +9.315                 | +1       | +0.354  | 0        | +0.816   | +1                                 | +0.816                 | +1       |
| 50.9    | +0.0002  | +0.01985 | +2                                 | +9.312                 | +1       | +0.398  | 0        | +0.917   | +1                                 | +0.917                 | +1       |
| 51.0    | +0.0002  | +0.02206 | +2                                 | +9.308                 | +1       | +0.442  | 0        | +1.019   | +1                                 | +1.019                 | +1       |
| 51.1    | +0.0002  | +0.02426 | +2                                 | +9.304                 | +1       | +0.486  | 0        | +1.121   | +1                                 | +1.121                 | +1       |
| 51.2    | +0.0002  | +0.02646 | +2                                 | +9.300                 | +1       | +0.530  | 0        | +1.223   | +1                                 | +1.223                 | +1       |
| 51.3    | +0.0003  | +0.02866 | +3                                 | +9.295                 | +1       | +0.575  | 0        | +1.325   | +1                                 | +1.325                 | +1       |
| 51.4    | +0.0003  | +0.03086 | +3                                 | +9.290                 | +1       | +0.619  | 0        | +1.426   | +2                                 | +1.426                 | +2       |
| 51.5    | +0.0003  | +0.03306 | +3                                 | +9.284                 | +1       | +0.663  | 0        | +1.528   | +2                                 | +1.528                 | +2       |
| 51.6    | +0.0003  | +0.03526 | +3                                 | +9.279                 | +1       | +0.707  | 0        | +1.629   | +2                                 | +1.629                 | +2       |
| 51.7    | +0.0003  | +0.03745 | +3                                 | +9.272                 | +1       | +0.751  | 0        | +1.731   | +2                                 | +1.731                 | +2       |
| 51.8    | +0.0004  | +0.03965 | +4                                 | +9.266                 | +1       | +0.795  | 0        | +1.832   | +2                                 | +1.832                 | +2       |
| 51.9    | +0.0004  | +0.04184 | +4                                 | +9.259                 | +1       | +0.839  | 0        | +1.933   | +2                                 | +1.933                 | +2       |
| 52.0    | +0.0004  | +0.04403 | +4                                 | +9.251                 | +1       | +0.883  | 0        | +2.035   | +2                                 | +2.035                 | +2       |
| 52.1    | +0.0004  | +0.04622 | +4                                 | +9.244                 | +1       | +0.927  | 0        | +2.136   | +2                                 | +2.136                 | +2       |
| 52.2    | +0.0004  | +0.04840 | +4                                 | +9.236                 | +1       | +0.970  | 0        | +2.237   | +2                                 | +2.237                 | +2       |
| 52.3    | +0.0005  | +0.05059 | +5                                 | +9.227                 | +1       | +1.014  | 0        | +2.338   | +2                                 | +2.338                 | +2       |
| 52.4    | +0.0005  | +0.05277 | +5                                 | +9.218                 | +1       | +1.058  | +1       | +2.438   | +3                                 | +2.438                 | +3       |
| 52.5    | +0.0005  | +0.05495 | +5                                 | +9.209                 | +1       | +1.102  | +1       | +2.539   | +3                                 | +2.539                 | +3       |
| 52.6    | +0.0005  | +0.05713 | +5                                 | +9.199                 | +1       | +1.145  | +1       | +2.640   | +3                                 | +2.640                 | +3       |
| 52.7    | +0.0005  | +0.05930 | +5                                 | +9.189                 | +1       | +1.189  | +1       | +2.740   | +3                                 | +2.740                 | +3       |
| 52.8    | +0.0006  | +0.06147 | +6                                 | +9.179                 | +1       | +1.232  | +1       | +2.841   | +3                                 | +2.841                 | +3       |
| 52.9    | +0.0006  | +0.06365 | +6                                 | +9.168                 | +1       | +1.276  | +1       | +2.941   | +3                                 | +2.941                 | +3       |
| 53.0    | +0.0006  | +0.06581 | +6                                 | +9.157                 | +1       | +1.319  | +1       | +3.041   | +3                                 | +3.041                 | +3       |
| 53.1    | +0.0006  | +0.06798 | +6                                 | +9.146                 | +1       | +1.363  | +1       | +3.141   | +3                                 | +3.141                 | +3       |
| 53.2    | +0.0006  | +0.07014 | +6                                 | +9.134                 | +1       | +1.406  | +1       | +3.241   | +4                                 | +3.241                 | +4       |
| 53.3    | +0.0007  | +0.07230 | +7                                 | +9.122                 | +1       | +1.449  | +1       | +3.341   | +4                                 | +3.341                 | +4       |
| 53.4    | +0.0007  | +0.07445 | +7                                 | +9.109                 | +1       | +1.493  | +1       | +3.441   | +4                                 | +3.441                 | +4       |
| 53.5    | +0.0007  | +0.07661 | +7                                 | +9.096                 | +1       | +1.536  | +1       | +3.540   | +4                                 | +3.540                 | +4       |
| 53.6    | +0.0007  | +0.07876 | +7                                 | +9.083                 | +1       | +1.579  | +1       | +3.639   | +4                                 | +3.639                 | +4       |
| 53.7    | +0.0007  | +0.08090 | +7                                 | +9.069                 | +1       | +1.622  | +1       | +3.738   | +4                                 | +3.738                 | +4       |
| 53.8    | +0.0008  | +0.08304 | +8                                 | +9.055                 | +1       | +1.665  | +1       | +3.837   | +4                                 | +3.837                 | +4       |
| 53.9    | +0.0008  | +0.08518 | +8                                 | +9.040                 | +1       | +1.708  | +1       | +3.936   | +4                                 | +3.936                 | +4       |
| 54.0    | +0.0008  | +0.08732 | +8                                 | +9.026                 | +1       | +1.751  | +1       | +4.035   | +4                                 | +4.035                 | +4       |
| 54.1    | +0.0008  | +0.08945 | +8                                 | +9.011                 | +1       | +1.793  | +1       | +4.133   | +5                                 | +4.133                 | +5       |
| 54.2    | +0.0008  | +0.09158 | +8                                 | +8.995                 | +1       | +1.836  | +1       | +4.232   | +5                                 | +4.232                 | +5       |
| 54.3    | +0.0009  | +0.09370 | +8                                 | +8.979                 | +1       | +1.878  | +1       | +4.330   | +5                                 | +4.330                 | +5       |
| 54.4    | +0.0009  | +0.09582 | +9                                 | +8.963                 | +1       | +1.921  | +1       | +4.428   | +5                                 | +4.428                 | +5       |
| 54.5    | +0.0009  | +0.09794 | +9                                 | +8.946                 | +1       | +1.963  | +1       | +4.526   | +5                                 | +4.526                 | +5       |
| 54.6    | +0.0009  | +0.10005 | +9                                 | +8.929                 | +1       | +2.006  | +1       | +4.623   | +5                                 | +4.623                 | +5       |
| 54.7    | +0.0009  | +0.10216 | +9                                 | +8.912                 | +1       | +2.048  | +1       | +4.721   | +5                                 | +4.721                 | +5       |
| 54.8    | +0.0010  | +0.10426 | +9                                 | +8.894                 | +1       | +2.090  | +1       | +4.818   | +5                                 | +4.818                 | +5       |
| 54.9    | +0.0010  | +0.10636 | +10                                | +8.876                 | +1       | +2.132  | +1       | +4.915   | +5                                 | +4.915                 | +5       |
| 55.0    | +0.0010  | +0.10846 | +10                                | +8.858                 | +1       | +2.174  | +1       | +5.012   | +6                                 | +5.012                 | +6       |
| 55.0    | +0.0010  | +0.10846 | +10                                | +8.858                 | +1       | +5.012  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 55.1    | +0.0010  | +0.11055 | +10                                | +8.839                 | +1       | +5.110  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 55.2    | +0.0010  | +0.11263 | +10                                | +8.820                 | +1       | +5.208  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 55.3    | +0.0010  | +0.11471 | +10                                | +8.800                 | +1       | +5.306  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 55.4    | +0.0011  | +0.11679 | +11                                | +8.780                 | +1       | +5.404  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 55.5    | +0.0011  | +0.11886 | +11                                | +8.760                 | +1       | +5.502  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 55.6    | +0.0011  | +0.12093 | +11                                | +8.740                 | +1       | +5.600  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 55.7    | +0.0011  | +0.12299 | +11                                | +8.719                 | +1       | +5.697  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 55.8    | +0.0011  | +0.12504 | +11                                | +8.697                 | +1       | +5.795  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 55.9    | +0.0012  | +0.12709 | +11                                | +8.676                 | +1       | +5.893  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 56.0    | +0.0012  | +0.12914 | +12                                | +8.654                 | +1       | +5.991  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 56.1    | +0.0012  | +0.13118 | +12                                | +8.632                 | +1       | +6.089  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 56.2    | +0.0012  | +0.13321 | +12                                | +8.609                 | +1       | +6.187  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 56.3    | +0.0012  | +0.13524 | +12                                | +8.586                 | +1       | +6.285  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 56.4    | +0.0013  | +0.13727 | +12                                | +8.563                 | +1       | +6.383  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 56.5    | +0.0013  | +0.13928 | +13                                | +8.539                 | +1       | +6.481  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 56.6    | +0.0013  | +0.14129 | +13                                | +8.515                 | +1       | +6.579  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 56.7    | +0.0013  | +0.14330 | +13                                | +8.490                 | +1       | +6.677  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 56.8    | +0.0013  | +0.14530 | +13                                | +8.466                 | +1       | +6.775  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 56.9    | +0.0013  | +0.14729 | +13                                | +8.441                 | +1       | +6.873  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 57.0    | +0.0014  | +0.14928 | +14                                | +8.415                 | +1       | +6.971  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 57.1    | +0.0014  | +0.15126 | +14                                | +8.389                 | +1       | +7.069  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 57.2    | +0.0014  | +0.15324 | +14                                | +8.363                 | +1       | +7.167  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 57.3    | +0.0014  | +0.15520 | +14                                | +8.337                 | +1       | +7.265  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 57.4    | +0.0014  | +0.15717 | +14                                | +8.310                 | +1       | +7.363  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 57.5    | +0.0015  | +0.15914 | +14                                | +8.283                 | +1       | +7.461  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 57.6    | +0.0015  | +0.16107 | +15                                | +8.256                 | +1       | +7.559  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 57.7    | +0.0015  | +0.16301 | +15                                | +8.228                 | +1       | +7.657  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 57.8    | +0.0015  | +0.16495 | +15                                | +8.200                 | +1       | +7.755  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 57.9    | +0.0015  | +0.16687 | +15                                | +8.171                 | +1       | +7.853  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 58.0    | +0.0015  | +0.16879 | +15                                | +8.143                 | +1       | +7.951  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 58.1    | +0.0016  | +0.17071 | +15                                | +8.113                 | +1       | +8.049  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 58.2    | +0.0016  | +0.17261 | +16                                | +8.084                 | +1       | +8.147  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 58.3    | +0.0016  | +0.17451 | +16                                | +8.054                 | +1       | +8.245  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 58.4    | +0.0016  | +0.17640 | +16                                | +8.024                 | +1       | +8.343  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 58.5    | +0.0016  | +0.17829 | +16                                | +7.994                 | +1       | +8.441  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 58.6    | +0.0016  | +0.18016 | +16                                | +7.963                 | +1       | +8.539  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 58.7    | +0.0017  | +0.18203 | +16                                | +7.932                 | +1       | +8.637  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 58.8    | +0.0017  | +0.18389 | +17                                | +7.901                 | +1       | +8.735  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 58.9    | +0.0017  | +0.18575 | +17                                | +7.869                 | +1       | +8.833  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 59.0    | +0.0017  | +0.18759 | +17                                | +7.837                 | +1       | +8.931  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 59.1    | +0.0017  | +0.18943 | +17                                | +7.805                 | +1       | +9.029  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 59.2    | +0.0017  | +0.19126 | +17                                | +7.772                 | +1       | +9.127  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 59.3    | +0.0018  | +0.19308 | +17                                | +7.739                 | +1       | +9.225  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 59.4    | +0.0018  | +0.19490 | +18                                | +7.706                 | +1       | +9.323  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 59.5    | +0.0018  | +0.19670 | +18                                | +7.673                 | +1       | +9.421  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 59.6    | +0.0018  | +0.19850 | +18                                | +7.639                 | +1       | +9.519  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 59.7    | +0.0018  | +0.20029 | +18                                | +7.605                 | +1       | +9.617  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 59.8    | +0.0018  | +0.20208 | +18                                | +7.570                 | +1       | +9.715  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 59.9    | +0.0019  | +0.20385 | +18                                | +7.536                 | +1       | +9.813  | +6       |          |                                    |                        |          |
| 60.0    | +0.0019  | +0.20561 | +19                                | +7.501                 | +1       | +9.911  | +6       |          |                                    |                        |          |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decim angesetzt.



Tafel Xd.

| $\Gamma_{II}^*$ | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G$ ) $_{II}$ | ( $g \cos G$ ) $_{II}$ | $f_{II}$ | $\Delta_{II}$ | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G$ ) $_{II}$ | ( $g \cos G$ ) $_{II}$ | $f_{II}$ |          |     |        |    |        |    |         |     |
|-----------------|----------|----------|------------------------------------|------------------------|----------|---------------|----------|----------|------------------------------------|------------------------|----------|----------|-----|--------|----|--------|----|---------|-----|
| 0.0             | +0.0019  | +0.20561 | +19                                | +7.501                 | +1       | +4.122        | +2       | +9.502   | +11                                | 65.0                   | +0.0026  | +0.28151 | +26 | +5.401 | +1 | +5.644 | +3 | +13.009 | +14 |
| 0.1             | +0.0019  | +0.20737 | +19                                | +7.465                 | +1       | +4.157        | +2       | +9.583   | +11                                | 65.1                   | +0.0026  | +0.28276 | +26 | +5.353 | +1 | +5.669 | +3 | +13.066 | +15 |
| 0.2             | +0.0019  | +0.20912 | +19                                | +7.429                 | +1       | +4.192        | +2       | +9.663   | +11                                | 65.2                   | +0.0026  | +0.28399 | +26 | +5.305 | +1 | +5.693 | +3 | +13.123 | +15 |
| 0.3             | +0.0019  | +0.21086 | +19                                | +7.393                 | +1       | +4.227        | +2       | +9.744   | +11                                | 65.3                   | +0.0026  | +0.28522 | +26 | +5.256 | +1 | +5.718 | +3 | +13.180 | +15 |
| 0.4             | +0.0019  | +0.21258 | +19                                | +7.357                 | +1       | +4.262        | +2       | +9.824   | +11                                | 65.4                   | +0.0026  | +0.28643 | +26 | +5.207 | +1 | +5.742 | +3 | +13.236 | +15 |
| 0.5             | +0.0020  | +0.21430 | +19                                | +7.321                 | +1       | +4.296        | +2       | +9.903   | +11                                | 65.5                   | +0.0026  | +0.28763 | +26 | +5.158 | +1 | +5.766 | +3 | +13.291 | +15 |
| 0.6             | +0.0020  | +0.21602 | +20                                | +7.284                 | +1       | +4.330        | +2       | +9.982   | +11                                | 65.6                   | +0.0026  | +0.28881 | +26 | +5.109 | +1 | +5.790 | +3 | +13.346 | +15 |
| 0.7             | +0.0020  | +0.21772 | +20                                | +7.247                 | +1       | +4.365        | +2       | +10.061  | +11                                | 65.7                   | +0.0027  | +0.28999 | +26 | +5.060 | +1 | +5.813 | +3 | +13.400 | +15 |
| 0.8             | +0.0020  | +0.21941 | +20                                | +7.209                 | +1       | +4.399        | +2       | +10.139  | +11                                | 65.8                   | +0.0027  | +0.29115 | +27 | +5.010 | +1 | +5.837 | +3 | +13.454 | +15 |
| 0.9             | +0.0020  | +0.22110 | +20                                | +7.172                 | +1       | +4.432        | +2       | +10.217  | +11                                | 65.9                   | +0.0027  | +0.29230 | +27 | +4.960 | +1 | +5.860 | +3 | +13.507 | +15 |
| 61.0            | +0.0020  | +0.22277 | +20                                | +7.134                 | +1       | +4.466        | +2       | +10.295  | +11                                | 66.0                   | +0.0027  | +0.29344 | +27 | +4.911 | +1 | +5.882 | +3 | +13.560 | +15 |
| 61.1            | +0.0021  | +0.22444 | +20                                | +7.096                 | +1       | +4.499        | +2       | +10.372  | +11                                | 66.1                   | +0.0027  | +0.29457 | +27 | +4.860 | +1 | +5.905 | +3 | +13.612 | +15 |
| 61.2            | +0.0021  | +0.22610 | +21                                | +7.057                 | +1       | +4.533        | +2       | +10.448  | +11                                | 66.2                   | +0.0027  | +0.29568 | +27 | +4.810 | +1 | +5.927 | +3 | +13.664 | +15 |
| 61.3            | +0.0021  | +0.22774 | +21                                | +7.018                 | +1       | +4.566        | +2       | +10.524  | +12                                | 66.3                   | +0.0027  | +0.29678 | +27 | +4.760 | 0  | +5.950 | +3 | +13.714 | +15 |
| 61.4            | +0.0021  | +0.22938 | +21                                | +6.979                 | +1       | +4.598        | +2       | +10.600  | +12                                | 66.4                   | +0.0027  | +0.29787 | +27 | +4.709 | 0  | +5.971 | +3 | +13.765 | +15 |
| 61.5            | +0.0021  | +0.23101 | +21                                | +6.940                 | +1       | +4.631        | +2       | +10.675  | +12                                | 66.5                   | +0.0027  | +0.29895 | +27 | +4.658 | 0  | +5.993 | +3 | +13.815 | +15 |
| 61.6            | +0.0021  | +0.23263 | +21                                | +6.900                 | +1       | +4.664        | +2       | +10.750  | +12                                | 66.6                   | +0.0027  | +0.30002 | +27 | +4.607 | 0  | +6.014 | +3 | +13.864 | +15 |
| 61.7            | +0.0021  | +0.23424 | +21                                | +6.860                 | +1       | +4.696        | +2       | +10.824  | +12                                | 66.7                   | +0.0028  | +0.30107 | +28 | +4.556 | 0  | +6.036 | +3 | +13.913 | +15 |
| 61.8            | +0.0022  | +0.23584 | +21                                | +6.820                 | +1       | +4.728        | +2       | +10.898  | +12                                | 66.8                   | +0.0028  | +0.30211 | +28 | +4.505 | 0  | +6.056 | +3 | +13.961 | +16 |
| 61.9            | +0.0022  | +0.23743 | +22                                | +6.780                 | +1       | +4.760        | +2       | +10.972  | +12                                | 66.9                   | +0.0028  | +0.30314 | +28 | +4.453 | 0  | +6.077 | +3 | +14.008 | +16 |
| 62.0            | +0.0022  | +0.23901 | +22                                | +6.739                 | +1       | +4.791        | +2       | +11.045  | +12                                | 67.0                   | +0.0028  | +0.30416 | +28 | +4.401 | 0  | +6.097 | +3 | +14.055 | +16 |
| 62.1            | +0.0022  | +0.24058 | +22                                | +6.698                 | +1       | +4.823        | +2       | +11.117  | +12                                | 67.1                   | +0.0028  | +0.30516 | +28 | +4.349 | 0  | +6.118 | +3 | +14.102 | +16 |
| 62.2            | +0.0022  | +0.24214 | +22                                | +6.657                 | +1       | +4.854        | +2       | +11.189  | +12                                | 67.2                   | +0.0028  | +0.30615 | +28 | +4.297 | 0  | +6.137 | +3 | +14.148 | +16 |
| 62.3            | +0.0022  | +0.24368 | +22                                | +6.615                 | +1       | +4.885        | +2       | +11.261  | +12                                | 67.3                   | +0.0028  | +0.30713 | +28 | +4.245 | 0  | +6.157 | +3 | +14.193 | +16 |
| 62.4            | +0.0022  | +0.24522 | +22                                | +6.573                 | +1       | +4.916        | +2       | +11.332  | +13                                | 67.4                   | +0.0028  | +0.30810 | +28 | +4.193 | 0  | +6.176 | +3 | +14.238 | +16 |
| 62.5            | +0.0023  | +0.24675 | +22                                | +6.531                 | +1       | +4.947        | +2       | +11.403  | +13                                | 67.5                   | +0.0028  | +0.30906 | +28 | +4.140 | 0  | +6.196 | +3 | +14.282 | +16 |
| 62.6            | +0.0023  | +0.24827 | +23                                | +6.489                 | +1       | +4.977        | +2       | +11.473  | +13                                | 67.6                   | +0.0028  | +0.31000 | +28 | +4.087 | 0  | +6.214 | +3 | +14.325 | +16 |
| 62.7            | +0.0023  | +0.24978 | +23                                | +6.446                 | +1       | +5.007        | +2       | +11.543  | +13                                | 67.7                   | +0.0028  | +0.31093 | +28 | +4.035 | 0  | +6.233 | +3 | +14.368 | +16 |
| 62.8            | +0.0023  | +0.25128 | +23                                | +6.403                 | +1       | +5.037        | +2       | +11.612  | +13                                | 67.8                   | +0.0029  | +0.31184 | +29 | +3.982 | 0  | +6.251 | +3 | +14.410 | +16 |
| 62.9            | +0.0023  | +0.25277 | +23                                | +6.360                 | +1       | +5.067        | +2       | +11.680  | +13                                | 67.9                   | +0.0029  | +0.31275 | +29 | +3.928 | 0  | +6.270 | +3 | +14.452 | +16 |
| 63.0            | +0.0023  | +0.25424 | +23                                | +6.317                 | +1       | +5.097        | +2       | +11.749  | +13                                | 68.0                   | +0.0029  | +0.31364 | +29 | +3.875 | 0  | +6.287 | +3 | +14.493 | +16 |
| 63.1            | +0.0023  | +0.25571 | +23                                | +6.274                 | +1       | +5.126        | +2       | +11.817  | +13                                | 68.1                   | +0.0029  | +0.31452 | +29 | +3.822 | 0  | +6.305 | +3 | +14.534 | +16 |
| 63.2            | +0.0024  | +0.25717 | +23                                | +6.230                 | +1       | +5.155        | +2       | +11.884  | +13                                | 68.2                   | +0.0029  | +0.31538 | +29 | +3.768 | 0  | +6.322 | +3 | +14.574 | +16 |
| 63.3            | +0.0024  | +0.25861 | +24                                | +6.186                 | +1       | +5.184        | +2       | +11.951  | +13                                | 68.3                   | +0.0029  | +0.31623 | +29 | +3.714 | 0  | +6.340 | +3 | +14.613 | +16 |
| 63.4            | +0.0024  | +0.26005 | +24                                | +6.141                 | +1       | +5.213        | +2       | +12.017  | +13                                | 68.4                   | +0.0029  | +0.31707 | +29 | +3.660 | 0  | +6.356 | +3 | +14.652 | +16 |
| 63.5            | +0.0024  | +0.26147 | +24                                | +6.097                 | +1       | +5.242        | +3       | +12.083  | +13                                | 68.5                   | +0.0029  | +0.31790 | +29 | +3.606 | 0  | +6.373 | +3 | +14.690 | +16 |
| 63.6            | +0.0024  | +0.26289 | +24                                | +6.052                 | +1       | +5.270        | +3       | +12.148  | +13                                | 68.6                   | +0.0029  | +0.31871 | +29 | +3.552 | 0  | +6.389 | +3 | +14.728 | +16 |
| 63.7            | +0.0024  | +0.26429 | +24                                | +6.007                 | +1       | +5.298        | +3       | +12.213  | +14                                | 68.7                   | +0.0029  | +0.31951 | +29 | +3.498 | 0  | +6.405 | +3 | +14.765 | +16 |
| 63.8            | +0.0024  | +0.26568 | +24                                | +5.962                 | +1       | +5.326        | +3       | +12.277  | +14                                | 68.8                   | +0.0029  | +0.32030 | +29 | +3.443 | 0  | +6.421 | +3 | +14.801 | +17 |
| 63.9            | +0.0024  | +0.26706 | +24                                | +5.916                 | +1       | +5.354        | +3       | +12.341  | +14                                | 68.9                   | +0.0029  | +0.32108 | +29 | +3.389 | 0  | +6.437 | +3 | +14.837 | +17 |
| 64.0            | +0.0025  | +0.26843 | +24                                | +5.871                 | +1       | +5.381        | +3       | +12.404  | +14                                | 69.0                   | +0.0029  | +0.32184 | +29 | +3.334 | 0  | +6.452 | +3 | +14.872 | +17 |
| 64.1            | +0.0025  | +0.26979 | +25                                | +5.825                 | +1       | +5.408        | +3       | +12.467  | +14                                | 69.1                   | +0.0029  | +0.32259 | +30 | +3.279 | 0  | +6.467 | +3 | +14.907 | +17 |
| 64.2            | +0.0025  | +0.27114 | +25                                | +5.779                 | +1       | +5.435        | +3       | +12.530  | +14                                | 69.2                   | +0.0030  | +0.32332 | +30 | +3.224 | 0  | +6.482 | +3 | +14.941 | +17 |
| 64.3            | +0.0025  | +0.27248 | +25                                | +5.732                 | +1       | +5.462        | +3       | +12.591  | +14                                | 69.3                   | +0.0030  | +0.32405 | +30 | +3.169 | 0  | +6.496 | +3 | +14.974 | +17 |
| 64.4            | +0.0025  | +0.27380 | +25                                | +5.685                 | +1       | +5.489        | +3       | +12.653  | +14                                | 69.4                   | +0.0030  | +0.32476 | +30 | +3.114 | 0  | +6.510 | +3 | +15.007 | +17 |
| 64.5            | +0.0025  | +0.27512 | +25                                | +5.639                 | +1       | +5.515        | +3       | +12.713  | +14                                | 69.5                   | +0.0030  | +0.32545 | +30 | +3.059 | 0  | +6.524 | +3 | +15.039 | +17 |
| 64.6            | +0.0025  | +0.27642 | +25                                | +5.591                 | +1       | +5.541        | +3       | +12.773  | +14                                | 69.6                   | +0.0030  | +0.32614 | +30 | +3.004 | 0  | +6.538 | +3 | +15.071 | +17 |
| 64.7            | +0.0025  | +0.27771 | +25                                | +5.544                 | +1       | +5.567        | +3       | +12.833  | +14                                | 69.7                   | +0.0030  | +0.32681 | +30 | +2.948 | 0  | +6.552 | +3 | +15.102 | +17 |
| 64.8            | +0.0026  | +0.27899 | +25                                | +5.497                 | +1       | +5.593        | +3       | +12.892  | +14                                | 69.8                   | +0.0030  | +0.32746 | +30 | +2.892 | 0  | +6.565 | +3 | +15.132 | +17 |
| 64.9            | +0.0026  | +0.28026 | +26                                | +5.449                 | +1       | +5.618        | +3       | +12.951  | +14                                | 69.9                   | +0.0030  | +0.32811 | +30 | +2.837 | 0  | +6.578 | +3 | +15.162 | +17 |
| 65.0            | +0.0026  | +0.28151 | +26                                | +5.401                 | +1       | +5.644        | +3       | +13.009  | +14                                | 70.0                   | +0.0030  | +0.32874 | +30 | +2.781 | 0  | +6.590 | +3 | +15.191 | +17 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale ngesetzt.



Tafel Xd.

| Arg.<br>II | $E_{II}$ | $A_{II}$       | $B_{II}$<br>( $g \sin G_{II}$ ) | ( $g \cos G_{II}$ ) | $f_{II}$     | Arg.<br>II | $E_{II}$ | $A_{II}$       | $B_{II}$<br>( $g \sin G_{II}$ ) | ( $g \cos G_{II}$ ) | $f_{II}$ |
|------------|----------|----------------|---------------------------------|---------------------|--------------|------------|----------|----------------|---------------------------------|---------------------|----------|
| 90.0       | + 0.0018 | + 0.19771 + 19 | - 7.445 - 1                     | + 3.964 + 2         | + 9.136 + 10 | 95.0       | + 0.0009 | + 0.10358 + 10 | - 8.711 - 1                     | + 2.076 + 1         | + 4.787  |
| 90.1       | + 0.0018 | + 0.19598 + 18 | - 7.477 - 1                     | + 3.929 + 2         | + 9.056 + 10 | 95.1       | + 0.0009 | + 0.10157 + 10 | - 8.728 - 1                     | + 2.036 + 1         | + 4.694  |
| 90.2       | + 0.0018 | + 0.19424 + 18 | - 7.510 - 1                     | + 3.894 + 2         | + 8.976 + 10 | 95.2       | + 0.0009 | + 0.09956 + 9  | - 8.745 - 1                     | + 1.996 + 1         | + 4.601  |
| 90.3       | + 0.0018 | + 0.19250 + 18 | - 7.542 - 1                     | + 3.859 + 2         | + 8.895 + 10 | 95.3       | + 0.0009 | + 0.09754 + 9  | - 8.761 - 1                     | + 1.955 + 1         | + 4.507  |
| 90.4       | + 0.0017 | + 0.19074 + 18 | - 7.574 - 1                     | + 3.824 + 2         | + 8.814 + 10 | 95.4       | + 0.0009 | + 0.09552 + 9  | - 8.778 - 1                     | + 1.915 + 1         | + 4.414  |
| 90.5       | + 0.0017 | + 0.18898 + 18 | - 7.606 - 1                     | + 3.789 + 2         | + 8.733 + 10 | 95.5       | + 0.0009 | + 0.09349 + 9  | - 8.793 - 1                     | + 1.874 + 1         | + 4.320  |
| 90.6       | + 0.0017 | + 0.18721 + 18 | - 7.637 - 1                     | + 3.753 + 2         | + 8.651 + 10 | 95.6       | + 0.0008 | + 0.09147 + 9  | - 8.808 - 1                     | + 1.834 + 1         | + 4.227  |
| 90.7       | + 0.0017 | + 0.18544 + 18 | - 7.669 - 1                     | + 3.718 + 2         | + 8.569 + 10 | 95.7       | + 0.0008 | + 0.08944 + 8  | - 8.824 - 1                     | + 1.793 + 1         | + 4.133  |
| 90.8       | + 0.0017 | + 0.18366 + 17 | - 7.699 - 1                     | + 3.682 + 2         | + 8.487 + 10 | 95.8       | + 0.0008 | + 0.08740 + 8  | - 8.839 - 1                     | + 1.752 + 1         | + 4.039  |
| 90.9       | + 0.0017 | + 0.18187 + 17 | - 7.730 - 1                     | + 3.646 + 2         | + 8.404 + 10 | 95.9       | + 0.0008 | + 0.08536 + 8  | - 8.853 - 1                     | + 1.711 + 1         | + 3.945  |
| 91.0       | + 0.0016 | + 0.18008 + 17 | - 7.760 - 1                     | + 3.610 + 2         | + 8.321 + 10 | 96.0       | + 0.0008 | + 0.08332 + 8  | - 8.867 - 1                     | + 1.670 + 1         | + 3.850  |
| 91.1       | + 0.0016 | + 0.17827 + 17 | - 7.790 - 1                     | + 3.574 + 2         | + 8.238 + 9  | 96.1       | + 0.0007 | + 0.08128 + 8  | - 8.880 - 1                     | + 1.629 + 1         | + 3.756  |
| 91.2       | + 0.0016 | + 0.17647 + 17 | - 7.820 - 1                     | + 3.538 + 2         | + 8.155 + 9  | 96.2       | + 0.0007 | + 0.07923 + 7  | - 8.894 - 1                     | + 1.588 + 1         | + 3.661  |
| 91.3       | + 0.0016 | + 0.17465 + 16 | - 7.849 - 1                     | + 3.501 + 2         | + 8.071 + 9  | 96.3       | + 0.0007 | + 0.07718 + 7  | - 8.907 - 1                     | + 1.547 + 1         | + 3.567  |
| 91.4       | + 0.0016 | + 0.17283 + 16 | - 7.878 - 1                     | + 3.465 + 2         | + 7.987 + 9  | 96.4       | + 0.0007 | + 0.07513 + 7  | - 8.920 - 1                     | + 1.506 + 1         | + 3.472  |
| 91.5       | + 0.0016 | + 0.17100 + 16 | - 7.907 - 1                     | + 3.428 + 2         | + 7.902 + 9  | 96.5       | + 0.0007 | + 0.07308 + 7  | - 8.932 - 1                     | + 1.465 + 1         | + 3.377  |
| 91.6       | + 0.0015 | + 0.16917 + 16 | - 7.935 - 1                     | + 3.391 + 2         | + 7.817 + 9  | 96.6       | + 0.0006 | + 0.07102 + 7  | - 8.944 - 1                     | + 1.424 + 1         | + 3.281  |
| 91.7       | + 0.0015 | + 0.16733 + 16 | - 7.963 - 1                     | + 3.354 + 2         | + 7.732 + 9  | 96.7       | + 0.0006 | + 0.06896 + 7  | - 8.956 - 1                     | + 1.382 + 1         | + 3.187  |
| 91.8       | + 0.0015 | + 0.16549 + 16 | - 7.991 - 1                     | + 3.317 + 2         | + 7.647 + 9  | 96.8       | + 0.0006 | + 0.06690 + 6  | - 8.967 - 1                     | + 1.341 + 1         | + 3.091  |
| 91.9       | + 0.0015 | + 0.16363 + 15 | - 8.018 - 1                     | + 3.280 + 2         | + 7.561 + 9  | 96.9       | + 0.0006 | + 0.06483 + 6  | - 8.978 - 1                     | + 1.300 + 1         | + 2.996  |
| 92.0       | + 0.0015 | + 0.16178 + 15 | - 8.046 - 1                     | + 3.243 + 2         | + 7.476 + 9  | 97.0       | + 0.0006 | + 0.06276 + 6  | - 8.989 - 1                     | + 1.258 + 1         | + 2.900  |
| 92.1       | + 0.0015 | + 0.15991 + 15 | - 8.072 - 1                     | + 3.206 + 2         | + 7.390 + 8  | 97.1       | + 0.0006 | + 0.06069 + 6  | - 8.999 - 1                     | + 1.217 + 1         | + 2.802  |
| 92.2       | + 0.0014 | + 0.15804 + 15 | - 8.099 - 1                     | + 3.168 + 2         | + 7.303 + 8  | 97.2       | + 0.0005 | + 0.05862 + 6  | - 9.009 - 1                     | + 1.175 + 1         | + 2.704  |
| 92.3       | + 0.0014 | + 0.15617 + 15 | - 8.125 - 1                     | + 3.131 + 2         | + 7.216 + 8  | 97.3       | + 0.0005 | + 0.05655 + 6  | - 9.019 - 1                     | + 1.134 + 1         | + 2.607  |
| 92.4       | + 0.0014 | + 0.15428 + 15 | - 8.151 - 1                     | + 3.093 + 2         | + 7.130 + 8  | 97.4       | + 0.0005 | + 0.05447 + 5  | - 9.028 - 1                     | + 1.092 + 1         | + 2.511  |
| 92.5       | + 0.0014 | + 0.15240 + 14 | - 8.177 - 1                     | + 3.055 + 2         | + 7.042 + 8  | 97.5       | + 0.0005 | + 0.05239 + 5  | - 9.037 - 1                     | + 1.050 + 1         | + 2.417  |
| 92.6       | + 0.0014 | + 0.15051 + 14 | - 8.202 - 1                     | + 3.017 + 2         | + 6.955 + 8  | 97.6       | + 0.0005 | + 0.05031 + 5  | - 9.045 - 1                     | + 1.009 + 1         | + 2.322  |
| 92.7       | + 0.0014 | + 0.14861 + 14 | - 8.227 - 1                     | + 2.979 + 2         | + 6.867 + 8  | 97.7       | + 0.0004 | + 0.04823 + 5  | - 9.054 - 1                     | + 0.967 + 1         | + 2.229  |
| 92.8       | + 0.0013 | + 0.14670 + 14 | - 8.252 - 1                     | + 2.941 + 2         | + 6.779 + 8  | 97.8       | + 0.0004 | + 0.04614 + 5  | - 9.061 - 1                     | + 0.925 + 1         | + 2.134  |
| 92.9       | + 0.0013 | + 0.14479 + 14 | - 8.276 - 1                     | + 2.903 + 1         | + 6.691 + 8  | 97.9       | + 0.0004 | + 0.04406 + 4  | - 9.069 - 1                     | + 0.883 + 1         | + 2.039  |
| 93.0       | + 0.0013 | + 0.14288 + 14 | - 8.300 - 1                     | + 2.864 + 1         | + 6.603 + 8  | 98.0       | + 0.0004 | + 0.04197 + 4  | - 9.076 - 1                     | + 0.841 + 1         | + 1.944  |
| 93.1       | + 0.0013 | + 0.14096 + 13 | - 8.323 - 1                     | + 2.826 + 1         | + 6.514 + 7  | 98.1       | + 0.0004 | + 0.03988 + 4  | - 9.083 - 1                     | + 0.799 + 1         | + 1.849  |
| 93.2       | + 0.0013 | + 0.13903 + 13 | - 8.347 - 1                     | + 2.787 + 1         | + 6.425 + 7  | 98.2       | + 0.0003 | + 0.03779 + 4  | - 9.089 - 1                     | + 0.758 + 1         | + 1.754  |
| 93.3       | + 0.0013 | + 0.13710 + 13 | - 8.370 - 1                     | + 2.748 + 1         | + 6.336 + 7  | 98.3       | + 0.0003 | + 0.03570 + 3  | - 9.096 - 1                     | + 0.716 + 1         | + 1.659  |
| 93.4       | + 0.0012 | + 0.13517 + 13 | - 8.393 - 1                     | + 2.710 + 1         | + 6.246 + 7  | 98.4       | + 0.0003 | + 0.03361 + 3  | - 9.101 - 1                     | + 0.674 + 1         | + 1.563  |
| 93.5       | + 0.0012 | + 0.13323 + 13 | - 8.415 - 1                     | + 2.671 + 1         | + 6.157 + 7  | 98.5       | + 0.0003 | + 0.03151 + 3  | - 9.107 - 1                     | + 0.632 + 1         | + 1.468  |
| 93.6       | + 0.0012 | + 0.13128 + 12 | - 8.437 - 1                     | + 2.632 + 1         | + 6.067 + 7  | 98.6       | + 0.0003 | + 0.02942 + 3  | - 9.112 - 1                     | + 0.590 + 1         | + 1.373  |
| 93.7       | + 0.0012 | + 0.12933 + 12 | - 8.459 - 1                     | + 2.593 + 1         | + 5.977 + 7  | 98.7       | + 0.0002 | + 0.02732 + 3  | - 9.116 - 1                     | + 0.548 + 1         | + 1.278  |
| 93.8       | + 0.0012 | + 0.12738 + 12 | - 8.480 - 1                     | + 2.553 + 1         | + 5.886 + 7  | 98.8       | + 0.0002 | + 0.02523 + 2  | - 9.121 - 1                     | + 0.506 + 1         | + 1.183  |
| 93.9       | + 0.0011 | + 0.12542 + 12 | - 8.501 - 1                     | + 2.514 + 1         | + 5.796 + 7  | 98.9       | + 0.0002 | + 0.02313 + 2  | - 9.125 - 1                     | + 0.464 + 1         | + 1.089  |
| 94.0       | + 0.0011 | + 0.12346 + 12 | - 8.522 - 1                     | + 2.475 + 1         | + 5.705 + 7  | 99.0       | + 0.0002 | + 0.02103 + 2  | - 9.128 - 1                     | + 0.421 + 1         | + 0.994  |
| 94.1       | + 0.0011 | + 0.12149 + 12 | - 8.542 - 1                     | + 2.435 + 1         | + 5.614 + 6  | 99.1       | + 0.0002 | + 0.01893 + 2  | - 9.132 - 1                     | + 0.379 + 1         | + 0.899  |
| 94.2       | + 0.0011 | + 0.11952 + 11 | - 8.562 - 1                     | + 2.396 + 1         | + 5.523 + 6  | 99.2       | + 0.0002 | + 0.01683 + 2  | - 9.135 - 1                     | + 0.337 + 1         | + 0.804  |
| 94.3       | + 0.0011 | + 0.11754 + 11 | - 8.582 - 1                     | + 2.356 + 1         | + 5.432 + 6  | 99.3       | + 0.0001 | + 0.01473 + 1  | - 9.137 - 1                     | + 0.295 + 1         | + 0.709  |
| 94.4       | + 0.0011 | + 0.11556 + 11 | - 8.603 - 1                     | + 2.317 + 1         | + 5.340 + 6  | 99.4       | + 0.0001 | + 0.01262 + 1  | - 9.140 - 1                     | + 0.253 + 1         | + 0.614  |
| 94.5       | + 0.0010 | + 0.11357 + 11 | - 8.621 - 1                     | + 2.277 + 1         | + 5.248 + 6  | 99.5       | + 0.0001 | + 0.01052 + 1  | - 9.142 - 1                     | + 0.211 + 1         | + 0.519  |
| 94.6       | + 0.0010 | + 0.11158 + 11 | - 8.640 - 1                     | + 2.237 + 1         | + 5.156 + 6  | 99.6       | + 0.0001 | + 0.00842 + 1  | - 9.143 - 1                     | + 0.169 + 1         | + 0.424  |
| 94.7       | + 0.0010 | + 0.10959 + 10 | - 8.658 - 1                     | + 2.197 + 1         | + 5.064 + 6  | 99.7       | + 0.0001 | + 0.00632 + 1  | - 9.144 - 1                     | + 0.127 + 1         | + 0.329  |
| 94.8       | + 0.0010 | + 0.10759 + 10 | - 8.676 - 1                     | + 2.157 + 1         | + 4.972 + 6  | 99.8       | + 0.0000 | + 0.00421 + 0  | - 9.145 - 1                     | + 0.084 + 1         | + 0.234  |
| 94.9       | + 0.0010 | + 0.10559 + 10 | - 8.694 - 1                     | + 2.117 + 1         | + 4.879 + 6  | 99.9       | + 0.0000 | + 0.00211 + 0  | - 9.146 - 1                     | + 0.042 + 1         | + 0.139  |
| 95.0       | + 0.0009 | + 0.10358 + 10 | - 8.711 - 1                     | + 2.076 + 1         | + 4.787 + 5  | 100.0      | + 0.0000 | + 0.00001 + 0  | - 9.146 - 1                     | + 0.000 + 1         | + 0.044  |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.



Tafel Kd.

| $E_{II}$ | $A_{II}$       | $B_{II}$<br>( $g \sin G_{II}$ ) | $(g \cos G_{II})$ | $f_{II}$      | $\Delta f_{II}$ | $E_{II}$ | $A_{II}$       | $B_{II}$<br>( $g \sin G_{II}$ ) | $(g \cos G_{II})$ | $f_{II}$      |
|----------|----------------|---------------------------------|-------------------|---------------|-----------------|----------|----------------|---------------------------------|-------------------|---------------|
| 0.0030   | + 0.32385 + 30 | - 2.927 0                       | + 6.492 + 3       | + 14.965 + 17 | 85.0            | + 0.0025 | + 0.27361 + 26 | - 5.457 - 1                     | + 5.485 + 3       | + 12.644 + 14 |
| 0.0030   | + 0.32314 + 30 | - 2.982 0                       | + 6.478 + 3       | + 14.932 + 17 | 85.1            | + 0.0025 | + 0.27233 + 26 | - 5.503 - 1                     | + 5.459 + 3       | + 12.584 + 14 |
| 0.0029   | + 0.32241 + 30 | - 3.036 0                       | + 6.463 + 3       | + 14.899 + 17 | 85.2            | + 0.0025 | + 0.27103 + 25 | - 5.548 - 1                     | + 5.433 + 3       | + 12.524 + 14 |
| 0.0029   | + 0.32167 + 30 | - 3.090 0                       | + 6.449 + 3       | + 14.865 + 17 | 85.3            | + 0.0025 | + 0.26972 + 25 | - 5.594 - 1                     | + 5.407 + 3       | + 12.464 + 14 |
| 0.0029   | + 0.32092 + 30 | - 3.144 0                       | + 6.433 + 3       | + 14.830 + 17 | 85.4            | + 0.0025 | + 0.26840 + 25 | - 5.639 - 1                     | + 5.381 + 3       | + 12.403 + 14 |
| 0.0029   | + 0.32016 + 30 | - 3.198 0                       | + 6.418 + 3       | + 14.795 + 17 | 85.5            | + 0.0024 | + 0.26707 + 25 | - 5.684 - 1                     | + 5.354 + 3       | + 12.341 + 14 |
| 0.0029   | + 0.31938 + 30 | - 3.252 0                       | + 6.403 + 3       | + 14.759 + 17 | 85.6            | + 0.0024 | + 0.26573 + 25 | - 5.728 - 1                     | + 5.327 + 3       | + 12.280 + 14 |
| 0.0029   | + 0.31859 + 30 | - 3.306 0                       | + 6.387 + 3       | + 14.722 + 17 | 85.7            | + 0.0024 | + 0.26438 + 25 | - 5.773 - 1                     | + 5.300 + 3       | + 12.217 + 14 |
| 0.0029   | + 0.31779 + 30 | - 3.359 0                       | + 6.371 + 3       | + 14.685 + 17 | 85.8            | + 0.0024 | + 0.26302 + 25 | - 5.817 - 1                     | + 5.273 + 3       | + 12.154 + 14 |
| 0.0029   | + 0.31698 + 30 | - 3.413 0                       | + 6.354 + 3       | + 14.648 + 17 | 85.9            | + 0.0024 | + 0.26165 + 25 | - 5.861 - 1                     | + 5.245 + 3       | + 12.091 + 14 |
| 0.0029   | + 0.31615 + 30 | - 3.466 0                       | + 6.338 + 3       | + 14.609 + 17 | 86.0            | + 0.0024 | + 0.26027 + 24 | - 5.905 - 1                     | + 5.218 + 3       | + 12.027 + 14 |
| 0.0029   | + 0.31531 + 29 | - 3.519 0                       | + 6.321 + 3       | + 14.571 + 17 | 86.1            | + 0.0024 | + 0.25888 + 24 | - 5.948 - 1                     | + 5.190 + 3       | + 11.963 + 14 |
| 0.0029   | + 0.31446 + 29 | - 3.572 0                       | + 6.304 + 3       | + 14.531 + 16 | 86.2            | + 0.0024 | + 0.25748 + 24 | - 5.991 - 1                     | + 5.162 + 3       | + 11.899 + 14 |
| 0.0029   | + 0.31360 + 29 | - 3.625 0                       | + 6.287 + 3       | + 14.492 + 16 | 86.3            | + 0.0023 | + 0.25608 + 24 | - 6.034 - 1                     | + 5.134 + 3       | + 11.833 + 13 |
| 0.0029   | + 0.31273 + 29 | - 3.678 0                       | + 6.269 + 3       | + 14.451 + 16 | 86.4            | + 0.0023 | + 0.25466 + 24 | - 6.077 - 1                     | + 5.105 + 3       | + 11.768 + 13 |
| 0.0029   | + 0.31184 + 29 | - 3.730 0                       | + 6.251 + 3       | + 14.410 + 16 | 86.5            | + 0.0023 | + 0.25323 + 24 | - 6.120 - 1                     | + 5.077 + 3       | + 11.702 + 13 |
| 0.0028   | + 0.31094 + 29 | - 3.782 0                       | + 6.233 + 3       | + 14.369 + 16 | 86.6            | + 0.0023 | + 0.25179 + 24 | - 6.162 - 1                     | + 5.048 + 3       | + 11.636 + 13 |
| 0.0028   | + 0.31003 + 29 | - 3.835 0                       | + 6.215 + 3       | + 14.327 + 16 | 86.7            | + 0.0023 | + 0.25035 + 24 | - 6.204 - 1                     | + 5.019 + 3       | + 11.569 + 13 |
| 0.0028   | + 0.30911 + 29 | - 3.887 0                       | + 6.197 + 3       | + 14.284 + 16 | 86.8            | + 0.0023 | + 0.24889 + 23 | - 6.246 - 1                     | + 4.990 + 3       | + 11.501 + 13 |
| 0.0028   | + 0.30818 + 29 | - 3.939 0                       | + 6.178 + 3       | + 14.241 + 16 | 86.9            | + 0.0023 | + 0.24743 + 23 | - 6.287 - 1                     | + 4.960 + 3       | + 11.434 + 13 |
| 0.0028   | + 0.30723 + 29 | - 3.990 0                       | + 6.159 + 3       | + 14.197 + 16 | 87.0            | + 0.0022 | + 0.24595 + 23 | - 6.328 - 1                     | + 4.931 + 3       | + 11.366 + 13 |
| 0.0028   | + 0.30628 + 29 | - 4.042 0                       | + 6.140 + 3       | + 14.153 + 16 | 87.1            | + 0.0022 | + 0.24447 + 23 | - 6.369 - 1                     | + 4.901 + 2       | + 11.297 + 13 |
| 0.0028   | + 0.30531 + 29 | - 4.093 0                       | + 6.121 + 3       | + 14.108 + 16 | 87.2            | + 0.0022 | + 0.24298 + 23 | - 6.410 - 1                     | + 4.871 + 2       | + 11.228 + 13 |
| 0.0028   | + 0.30433 + 28 | - 4.145 0                       | + 6.101 + 3       | + 14.063 + 16 | 87.3            | + 0.0022 | + 0.24147 + 23 | - 6.451 - 1                     | + 4.841 + 2       | + 11.159 + 13 |
| 0.0028   | + 0.30334 + 28 | - 4.196 0                       | + 6.081 + 3       | + 14.017 + 16 | 87.4            | + 0.0022 | + 0.23996 + 23 | - 6.491 - 1                     | + 4.811 + 2       | + 11.089 + 13 |
| 0.0028   | + 0.30233 + 28 | - 4.246 0                       | + 6.061 + 3       | + 13.971 + 16 | 87.5            | + 0.0022 | + 0.23844 + 22 | - 6.531 - 1                     | + 4.780 + 2       | + 11.019 + 13 |
| 0.0028   | + 0.30132 + 28 | - 4.297 0                       | + 6.041 + 3       | + 13.924 + 16 | 87.6            | + 0.0022 | + 0.23692 + 22 | - 6.571 - 1                     | + 4.749 + 2       | + 10.948 + 12 |
| 0.0027   | + 0.30029 + 28 | - 4.348 0                       | + 6.020 + 3       | + 13.877 + 16 | 87.7            | + 0.0022 | + 0.23538 + 22 | - 6.610 - 1                     | + 4.719 + 2       | + 10.877 + 12 |
| 0.0027   | + 0.29925 + 28 | - 4.398 0                       | + 5.999 + 3       | + 13.829 + 16 | 87.8            | + 0.0021 | + 0.23383 + 22 | - 6.650 - 1                     | + 4.688 + 2       | + 10.806 + 12 |
| 0.0027   | + 0.29820 + 28 | - 4.448 0                       | + 5.978 + 3       | + 13.780 + 16 | 87.9            | + 0.0021 | + 0.23228 + 22 | - 6.689 - 1                     | + 4.656 + 2       | + 10.734 + 12 |
| 0.0027   | + 0.29714 + 28 | - 4.498 0                       | + 5.957 + 3       | + 13.731 + 16 | 88.0            | + 0.0021 | + 0.23071 + 22 | - 6.727 - 1                     | + 4.625 + 2       | + 10.661 + 12 |
| 0.0027   | + 0.29607 + 28 | - 4.548 0                       | + 5.935 + 3       | + 13.681 + 16 | 88.1            | + 0.0021 | + 0.22914 + 22 | - 6.766 - 1                     | + 4.594 + 2       | + 10.589 + 12 |
| 0.0027   | + 0.29498 + 28 | - 4.598 0                       | + 5.914 + 3       | + 13.631 + 15 | 88.2            | + 0.0021 | + 0.22756 + 21 | - 6.804 - 1                     | + 4.562 + 2       | + 10.516 + 12 |
| 0.0027   | + 0.29389 + 28 | - 4.647 0                       | + 5.892 + 3       | + 13.581 + 15 | 88.3            | + 0.0021 | + 0.22597 + 21 | - 6.842 - 1                     | + 4.530 + 2       | + 10.442 + 12 |
| 0.0027   | + 0.29278 + 27 | - 4.696 0                       | + 5.869 + 3       | + 13.530 + 15 | 88.4            | + 0.0021 | + 0.22437 + 21 | - 6.880 - 1                     | + 4.498 + 2       | + 10.368 + 12 |
| 0.0027   | + 0.29167 + 27 | - 4.745 0                       | + 5.847 + 3       | + 13.478 + 15 | 88.5            | + 0.0020 | + 0.22277 + 21 | - 6.917 - 1                     | + 4.466 + 2       | + 10.294 + 12 |
| 0.0027   | + 0.29054 + 27 | - 4.794 0                       | + 5.824 + 3       | + 13.426 + 15 | 88.6            | + 0.0020 | + 0.22115 + 21 | - 6.954 - 1                     | + 4.433 + 2       | + 10.220 + 12 |
| 0.0026   | + 0.28940 + 27 | - 4.843 0                       | + 5.802 + 3       | + 13.373 + 15 | 88.7            | + 0.0020 | + 0.21953 + 21 | - 6.991 - 1                     | + 4.401 + 2       | + 10.145 + 12 |
| 0.0026   | + 0.28825 + 27 | - 4.891 0                       | + 5.779 + 3       | + 13.320 + 15 | 88.8            | + 0.0020 | + 0.21790 + 21 | - 7.028 - 1                     | + 4.368 + 2       | + 10.069 + 11 |
| 0.0026   | + 0.28709 + 27 | - 4.939 0                       | + 5.755 + 3       | + 13.267 + 15 | 88.9            | + 0.0020 | + 0.21626 + 20 | - 7.064 - 1                     | + 4.335 + 2       | + 9.993 + 11  |
| 0.0026   | + 0.28592 + 27 | - 4.988 0                       | + 5.732 + 3       | + 13.212 + 15 | 89.0            | + 0.0020 | + 0.21461 + 20 | - 7.100 - 1                     | + 4.302 + 2       | + 9.917 + 11  |
| 0.0026   | + 0.28473 + 27 | - 5.035 0                       | + 5.708 + 3       | + 13.158 + 15 | 89.1            | + 0.0019 | + 0.21295 + 20 | - 7.136 - 1                     | + 4.269 + 2       | + 9.841 + 11  |
| 0.0026   | + 0.28354 + 27 | - 5.083 0                       | + 5.684 + 3       | + 13.103 + 15 | 89.2            | + 0.0019 | + 0.21129 + 20 | - 7.171 - 1                     | + 4.236 + 2       | + 9.764 + 11  |
| 0.0026   | + 0.28234 + 26 | - 5.131 0                       | + 5.660 + 3       | + 13.047 + 15 | 89.3            | + 0.0019 | + 0.20962 + 20 | - 7.206 - 1                     | + 4.202 + 2       | + 9.687 + 11  |
| 0.0026   | + 0.28112 + 26 | - 5.178 0                       | + 5.636 + 3       | + 12.991 + 15 | 89.4            | + 0.0019 | + 0.20794 + 20 | - 7.241 - 1                     | + 4.169 + 2       | + 9.609 + 11  |
| 0.0026   | + 0.27990 + 26 | - 5.225 0                       | + 5.611 + 3       | + 12.934 + 15 | 89.5            | + 0.0019 | + 0.20626 + 19 | - 7.276 - 1                     | + 4.135 + 2       | + 9.531 + 11  |
| 0.0025   | + 0.27866 + 26 | - 5.272 0                       | + 5.586 + 3       | + 12.877 + 15 | 89.6            | + 0.0019 | + 0.20456 + 19 | - 7.310 - 1                     | + 4.101 + 2       | + 9.453 + 11  |
| 0.0025   | + 0.27741 + 26 | - 5.318 0                       | + 5.561 + 3       | + 12.820 + 15 | 89.7            | + 0.0019 | + 0.20286 + 19 | - 7.344 - 1                     | + 4.067 + 2       | + 9.374 + 11  |
| 0.0025   | + 0.27616 + 26 | - 5.365 0                       | + 5.536 + 3       | + 12.761 + 15 | 89.8            | + 0.0018 | + 0.20115 + 19 | - 7.378 - 1                     | + 4.032 + 2       | + 9.295 + 11  |
| 0.0025   | + 0.27489 + 26 | - 5.411 0                       | + 5.511 + 3       | + 12.703 + 14 | 89.9            | + 0.0018 | + 0.19944 + 19 | - 7.411 - 1                     | + 3.998 + 2       | + 9.216 + 10  |
| 0.0025   | + 0.27361 + 26 | - 5.457 0                       | + 5.485 + 3       | + 12.644 + 14 | 90.0            | + 0.0018 | + 0.19771 + 19 | - 7.445 - 1                     | + 3.964 + 2       | + 9.136 + 10  |

Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimal st.

Tafel Xd.

| $\Delta \Pi$ | $E_{II}$ | $A_{II}$  | $B_{II}$<br>( $g \sin G$ ) $_{II}$ | $(g \cos G)_{II}$ | $f_{II}$ | $\Delta \Pi$ | $E_{II}$ | $A_{II}$ | $B_{II}$<br>( $g \sin G$ ) $_{II}$ | $(g \cos G)_{II}$ | $f_{II}$ |           |      |         |     |         |     |         |
|--------------|----------|-----------|------------------------------------|-------------------|----------|--------------|----------|----------|------------------------------------|-------------------|----------|-----------|------|---------|-----|---------|-----|---------|
| 90.0         | + 0.0018 | + 0.19771 | + 19                               | - 7.445           | - 1      | + 3.964      | + 2      | + 9.136  | + 10                               | 95.0              | + 0.0009 | + 0.10358 | + 10 | - 8.711 | - 1 | + 2.976 | + 1 | + 4.787 |
| 90.1         | + 0.0018 | + 0.19598 | + 18                               | - 7.477           | - 1      | + 3.929      | + 2      | + 9.056  | + 10                               | 95.1              | + 0.0009 | + 0.10157 | + 10 | - 8.728 | - 1 | + 2.936 | + 1 | + 4.694 |
| 90.2         | + 0.0018 | + 0.19424 | + 18                               | - 7.510           | - 1      | + 3.894      | + 2      | + 8.976  | + 10                               | 95.2              | + 0.0009 | + 0.09956 | + 9  | - 8.745 | - 1 | + 2.996 | + 1 | + 4.602 |
| 90.3         | + 0.0018 | + 0.19250 | + 18                               | - 7.542           | - 1      | + 3.859      | + 2      | + 8.895  | + 10                               | 95.3              | + 0.0009 | + 0.09754 | + 9  | - 8.761 | - 1 | + 2.955 | + 1 | + 4.507 |
| 90.4         | + 0.0017 | + 0.19074 | + 18                               | - 7.574           | - 1      | + 3.824      | + 2      | + 8.814  | + 10                               | 95.4              | + 0.0009 | + 0.09552 | + 9  | - 8.778 | - 1 | + 2.915 | + 1 | + 4.414 |
| 90.5         | + 0.0017 | + 0.18898 | + 18                               | - 7.606           | - 1      | + 3.789      | + 2      | + 8.733  | + 10                               | 95.5              | + 0.0009 | + 0.09349 | + 9  | - 8.793 | - 1 | + 2.874 | + 1 | + 4.320 |
| 90.6         | + 0.0017 | + 0.18721 | + 18                               | - 7.637           | - 1      | + 3.753      | + 2      | + 8.651  | + 10                               | 95.6              | + 0.0008 | + 0.09147 | + 9  | - 8.808 | - 1 | + 2.834 | + 1 | + 4.227 |
| 90.7         | + 0.0017 | + 0.18544 | + 18                               | - 7.669           | - 1      | + 3.718      | + 2      | + 8.569  | + 10                               | 95.7              | + 0.0008 | + 0.08944 | + 8  | - 8.824 | - 1 | + 2.793 | + 1 | + 4.133 |
| 90.8         | + 0.0017 | + 0.18366 | + 17                               | - 7.699           | - 1      | + 3.682      | + 2      | + 8.487  | + 10                               | 95.8              | + 0.0008 | + 0.08740 | + 8  | - 8.839 | - 1 | + 2.752 | + 1 | + 4.039 |
| 90.9         | + 0.0017 | + 0.18187 | + 17                               | - 7.730           | - 1      | + 3.646      | + 2      | + 8.404  | + 10                               | 95.9              | + 0.0008 | + 0.08536 | + 8  | - 8.853 | - 1 | + 2.711 | + 1 | + 3.945 |
| 91.0         | + 0.0016 | + 0.18008 | + 17                               | - 7.760           | - 1      | + 3.610      | + 2      | + 8.321  | + 10                               | 96.0              | + 0.0008 | + 0.08332 | + 8  | - 8.867 | - 1 | + 2.670 | + 1 | + 3.850 |
| 91.1         | + 0.0016 | + 0.17827 | + 17                               | - 7.790           | - 1      | + 3.574      | + 2      | + 8.238  | + 9                                | 96.1              | + 0.0007 | + 0.08128 | + 8  | - 8.880 | - 1 | + 2.629 | + 1 | + 3.756 |
| 91.2         | + 0.0016 | + 0.17647 | + 17                               | - 7.820           | - 1      | + 3.538      | + 2      | + 8.155  | + 9                                | 96.2              | + 0.0007 | + 0.07923 | + 7  | - 8.894 | - 1 | + 2.588 | + 1 | + 3.661 |
| 91.3         | + 0.0016 | + 0.17465 | + 16                               | - 7.849           | - 1      | + 3.501      | + 2      | + 8.071  | + 9                                | 96.3              | + 0.0007 | + 0.07718 | + 7  | - 8.907 | - 1 | + 2.547 | + 1 | + 3.567 |
| 91.4         | + 0.0016 | + 0.17283 | + 16                               | - 7.878           | - 1      | + 3.465      | + 2      | + 7.987  | + 9                                | 96.4              | + 0.0007 | + 0.07513 | + 7  | - 8.920 | - 1 | + 2.506 | + 1 | + 3.472 |
| 91.5         | + 0.0016 | + 0.17100 | + 16                               | - 7.907           | - 1      | + 3.428      | + 2      | + 7.902  | + 9                                | 96.5              | + 0.0007 | + 0.07308 | + 7  | - 8.932 | - 1 | + 2.465 | + 1 | + 3.377 |
| 91.6         | + 0.0015 | + 0.16917 | + 16                               | - 7.935           | - 1      | + 3.391      | + 2      | + 7.817  | + 9                                | 96.6              | + 0.0006 | + 0.07102 | + 7  | - 8.944 | - 1 | + 2.424 | + 1 | + 3.282 |
| 91.7         | + 0.0015 | + 0.16733 | + 16                               | - 7.963           | - 1      | + 3.354      | + 2      | + 7.732  | + 9                                | 96.7              | + 0.0006 | + 0.06896 | + 7  | - 8.956 | - 1 | + 2.382 | + 1 | + 3.187 |
| 91.8         | + 0.0015 | + 0.16549 | + 16                               | - 7.991           | - 1      | + 3.317      | + 2      | + 7.647  | + 9                                | 96.8              | + 0.0006 | + 0.06690 | + 6  | - 8.967 | - 1 | + 2.341 | + 1 | + 3.091 |
| 91.9         | + 0.0015 | + 0.16363 | + 15                               | - 8.018           | - 1      | + 3.280      | + 2      | + 7.561  | + 9                                | 96.9              | + 0.0006 | + 0.06483 | + 6  | - 8.978 | - 1 | + 2.300 | + 1 | + 2.996 |
| 92.0         | + 0.0015 | + 0.16178 | + 15                               | - 8.046           | - 1      | + 3.243      | + 2      | + 7.476  | + 9                                | 97.0              | + 0.0006 | + 0.06276 | + 6  | - 8.989 | - 1 | + 2.258 | + 1 | + 2.900 |
| 92.1         | + 0.0015 | + 0.15991 | + 15                               | - 8.072           | - 1      | + 3.206      | + 2      | + 7.390  | + 8                                | 97.1              | + 0.0006 | + 0.06069 | + 6  | - 8.999 | - 1 | + 2.217 | + 1 | + 2.805 |
| 92.2         | + 0.0014 | + 0.15804 | + 15                               | - 8.099           | - 1      | + 3.168      | + 2      | + 7.303  | + 8                                | 97.2              | + 0.0005 | + 0.05862 | + 6  | - 9.009 | - 1 | + 2.175 | + 1 | + 2.709 |
| 92.3         | + 0.0014 | + 0.15617 | + 15                               | - 8.125           | - 1      | + 3.131      | + 2      | + 7.216  | + 8                                | 97.3              | + 0.0005 | + 0.05655 | + 6  | - 9.019 | - 1 | + 2.134 | + 1 | + 2.613 |
| 92.4         | + 0.0014 | + 0.15428 | + 15                               | - 8.151           | - 1      | + 3.093      | + 2      | + 7.130  | + 8                                | 97.4              | + 0.0005 | + 0.05447 | + 5  | - 9.028 | - 1 | + 2.092 | + 1 | + 2.517 |
| 92.5         | + 0.0014 | + 0.15240 | + 14                               | - 8.177           | - 1      | + 3.055      | + 2      | + 7.042  | + 8                                | 97.5              | + 0.0005 | + 0.05239 | + 5  | - 9.037 | - 1 | + 2.050 | + 1 | + 2.421 |
| 92.6         | + 0.0014 | + 0.15051 | + 14                               | - 8.202           | - 1      | + 3.017      | + 2      | + 6.955  | + 8                                | 97.6              | + 0.0005 | + 0.05031 | + 5  | - 9.045 | - 1 | + 2.009 | + 1 | + 2.325 |
| 92.7         | + 0.0014 | + 0.14861 | + 14                               | - 8.227           | - 1      | + 2.979      | + 2      | + 6.867  | + 8                                | 97.7              | + 0.0004 | + 0.04823 | + 5  | - 9.054 | - 1 | + 1.967 | o   | + 2.229 |
| 92.8         | + 0.0013 | + 0.14670 | + 14                               | - 8.252           | - 1      | + 2.941      | + 2      | + 6.779  | + 8                                | 97.8              | + 0.0004 | + 0.04614 | + 5  | - 9.061 | - 1 | + 1.925 | o   | + 2.132 |
| 92.9         | + 0.0013 | + 0.14479 | + 14                               | - 8.276           | - 1      | + 2.903      | + 1      | + 6.691  | + 8                                | 97.9              | + 0.0004 | + 0.04406 | + 4  | - 9.069 | - 1 | + 1.883 | o   | + 2.036 |
| 93.0         | + 0.0013 | + 0.14288 | + 14                               | - 8.300           | - 1      | + 2.864      | + 1      | + 6.603  | + 8                                | 98.0              | + 0.0004 | + 0.04197 | + 4  | - 9.076 | - 1 | + 1.841 | o   | + 1.940 |
| 93.1         | + 0.0013 | + 0.14096 | + 13                               | - 8.323           | - 1      | + 2.826      | + 1      | + 6.514  | + 7                                | 98.1              | + 0.0004 | + 0.03988 | + 4  | - 9.083 | - 1 | + 1.799 | o   | + 1.843 |
| 93.2         | + 0.0013 | + 0.13903 | + 13                               | - 8.347           | - 1      | + 2.787      | + 1      | + 6.425  | + 7                                | 98.2              | + 0.0003 | + 0.03779 | + 4  | - 9.089 | - 1 | + 1.758 | o   | + 1.746 |
| 93.3         | + 0.0013 | + 0.13710 | + 13                               | - 8.370           | - 1      | + 2.748      | + 1      | + 6.336  | + 7                                | 98.3              | + 0.0003 | + 0.03570 | + 3  | - 9.096 | - 1 | + 1.716 | o   | + 1.650 |
| 93.4         | + 0.0012 | + 0.13517 | + 13                               | - 8.393           | - 1      | + 2.710      | + 1      | + 6.246  | + 7                                | 98.4              | + 0.0003 | + 0.03361 | + 3  | - 9.101 | - 1 | + 1.674 | o   | + 1.553 |
| 93.5         | + 0.0012 | + 0.13323 | + 13                               | - 8.415           | - 1      | + 2.671      | + 1      | + 6.157  | + 7                                | 98.5              | + 0.0003 | + 0.03151 | + 3  | - 9.107 | - 1 | + 1.632 | o   | + 1.456 |
| 93.6         | + 0.0012 | + 0.13128 | + 12                               | - 8.437           | - 1      | + 2.632      | + 1      | + 6.067  | + 7                                | 98.6              | + 0.0003 | + 0.02942 | + 3  | - 9.112 | - 1 | + 1.590 | o   | + 1.359 |
| 93.7         | + 0.0012 | + 0.12933 | + 12                               | - 8.459           | - 1      | + 2.593      | + 1      | + 5.977  | + 7                                | 98.7              | + 0.0002 | + 0.02732 | + 3  | - 9.116 | - 1 | + 1.548 | o   | + 1.263 |
| 93.8         | + 0.0012 | + 0.12738 | + 12                               | - 8.480           | - 1      | + 2.553      | + 1      | + 5.886  | + 7                                | 98.8              | + 0.0002 | + 0.02522 | + 2  | - 9.121 | - 1 | + 1.506 | o   | + 1.166 |
| 93.9         | + 0.0011 | + 0.12542 | + 12                               | - 8.501           | - 1      | + 2.514      | + 1      | + 5.796  | + 7                                | 98.9              | + 0.0002 | + 0.02313 | + 2  | - 9.125 | - 1 | + 1.464 | o   | + 1.069 |
| 94.0         | + 0.0011 | + 0.12346 | + 12                               | - 8.522           | - 1      | + 2.475      | + 1      | + 5.705  | + 7                                | 99.0              | + 0.0002 | + 0.02103 | + 2  | - 9.128 | - 1 | + 1.421 | o   | + 0.972 |
| 94.1         | + 0.0011 | + 0.12149 | + 12                               | - 8.542           | - 1      | + 2.435      | + 1      | + 5.614  | + 6                                | 99.1              | + 0.0002 | + 0.01893 | + 2  | - 9.132 | - 1 | + 1.379 | o   | + 0.875 |
| 94.2         | + 0.0011 | + 0.11952 | + 11                               | - 8.562           | - 1      | + 2.396      | + 1      | + 5.523  | + 6                                | 99.2              | + 0.0002 | + 0.01683 | + 2  | - 9.135 | - 1 | + 1.337 | o   | + 0.778 |
| 94.3         | + 0.0011 | + 0.11754 | + 11                               | - 8.582           | - 1      | + 2.356      | + 1      | + 5.432  | + 6                                | 99.3              | + 0.0001 | + 0.01473 | + 1  | - 9.137 | - 1 | + 1.295 | o   | + 0.680 |
| 94.4         | + 0.0011 | + 0.11556 | + 11                               | - 8.602           | - 1      | + 2.317      | + 1      | + 5.340  | + 6                                | 99.4              | + 0.0001 | + 0.01262 | + 1  | - 9.140 | - 1 | + 1.253 | o   | + 0.583 |
| 94.5         | + 0.0010 | + 0.11357 | + 11                               | - 8.621           | - 1      | + 2.277      | + 1      | + 5.248  | + 6                                | 99.5              | + 0.0001 | + 0.01052 | + 1  | - 9.142 | - 1 | + 1.211 | o   | + 0.486 |
| 94.6         | + 0.0010 | + 0.11158 | + 11                               | - 8.640           | - 1      | + 2.237      | + 1      | + 5.156  | + 6                                | 99.6              | + 0.0001 | + 0.00842 | + 1  | - 9.143 | - 1 | + 1.169 | o   | + 0.389 |
| 94.7         | + 0.0010 | + 0.10959 | + 10                               | - 8.658           | - 1      | + 2.197      | + 1      | + 5.064  | + 6                                | 99.7              | + 0.0001 | + 0.00632 | + 1  | - 9.144 | - 1 | + 1.127 | o   | + 0.292 |
| 94.8         | + 0.0010 | + 0.10759 | + 10                               | - 8.676           | - 1      | + 2.157      | + 1      | + 4.972  | + 6                                | 99.8              | + 0.0000 | + 0.00421 | o    | - 9.145 | - 1 | + 1.084 | o   | + 0.195 |
| 94.9         | + 0.0010 | + 0.10559 | + 10                               | - 8.694           | - 1      | + 2.117      | + 1      | + 4.879  | + 6                                | 99.9              | + 0.0000 | + 0.00211 | o    | - 9.146 | - 1 | + 1.042 | o   | + 0.097 |
| 95.0         | + 0.0009 | + 0.10358 | + 10                               | - 8.711           | - 1      | + 2.076      | + 1      | + 4.787  | + 5                                | 100.0             | + 0.0000 | + 0.00001 | o    | - 9.146 | - 1 | + 1.000 | o   | + 0.000 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $t = \frac{t_0 - 1900}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Dec angesetzt.

Tafel Xc.

vergl. pag. 241 u. 243.

| $\lambda_{III}$ | $A_{III}$ | $B_{III}$ | Arg. III | $\lambda_{III}$ | $A_{III}$ | $B_{III}$ |
|-----------------|-----------|-----------|----------|-----------------|-----------|-----------|
| 0°204           | 0.00412   | 0°009     | 50       | 0°204           | 0.00412   | 0°186     |
| 0.192           | 0.00387   | 0.009     | 51       | 0.217           | 0.00437   | 0.186     |
| 0.179           | 0.00361   | 0.009     | 52       | 0.230           | 0.00463   | 0.185     |
| 0.166           | 0.00336   | 0.010     | 53       | 0.243           | 0.00488   | 0.184     |
| 0.154           | 0.00311   | 0.011     | 54       | 0.255           | 0.00513   | 0.183     |
|                 |           |           |          |                 |           |           |
| 0.141           | 0.00287   | 0.013     | 55       | 0.268           | 0.00537   | 0.182     |
| 0.129           | 0.00263   | 0.015     | 56       | 0.280           | 0.00561   | 0.180     |
| 0.117           | 0.00239   | 0.017     | 57       | 0.292           | 0.00585   | 0.178     |
| 0.106           | 0.00216   | 0.019     | 58       | 0.303           | 0.00608   | 0.175     |
| 0.095           | 0.00195   | 0.023     | 59       | 0.314           | 0.00629   | 0.172     |
|                 |           |           |          |                 |           |           |
| 0.084           | 0.00174   | 0.025     | 60       | 0.325           | 0.00650   | 0.169     |
| 0.074           | 0.00153   | 0.029     | 61       | 0.335           | 0.00671   | 0.166     |
| 0.064           | 0.00134   | 0.033     | 62       | 0.344           | 0.00690   | 0.162     |
| 0.055           | 0.00116   | 0.037     | 63       | 0.353           | 0.00708   | 0.158     |
| 0.047           | 0.00099   | 0.041     | 64       | 0.362           | 0.00725   | 0.154     |
|                 |           |           |          |                 |           |           |
| 0.039           | 0.00084   | 0.045     | 65       | 0.370           | 0.00740   | 0.149     |
| 0.032           | 0.00069   | 0.050     | 66       | 0.377           | 0.00755   | 0.145     |
| 0.025           | 0.00056   | 0.055     | 67       | 0.384           | 0.00768   | 0.140     |
| 0.020           | 0.00045   | 0.059     | 68       | 0.389           | 0.00779   | 0.135     |
| 0.014           | 0.00035   | 0.065     | 69       | 0.395           | 0.00789   | 0.130     |
|                 |           |           |          |                 |           |           |
| 0.010           | 0.00026   | 0.070     | 70       | 0.399           | 0.00798   | 0.125     |
| 0.006           | 0.00019   | 0.075     | 71       | 0.402           | 0.00805   | 0.119     |
| 0.004           | 0.00013   | 0.081     | 72       | 0.405           | 0.00811   | 0.114     |
| 0.002           | 0.00009   | 0.086     | 73       | 0.407           | 0.00815   | 0.108     |
| 0.000           | 0.00007   | 0.092     | 74       | 0.408           | 0.00817   | 0.103     |
|                 |           |           |          |                 |           |           |
| 0.000           | 0.00006   | 0.097     | 75       | 0.409           | 0.00818   | 0.097     |
| 0.000           | 0.00007   | 0.103     | 76       | 0.408           | 0.00817   | 0.092     |
| 0.002           | 0.00009   | 0.108     | 77       | 0.407           | 0.00815   | 0.086     |
| 0.004           | 0.00013   | 0.114     | 78       | 0.405           | 0.00811   | 0.081     |
| 0.006           | 0.00019   | 0.119     | 79       | 0.402           | 0.00805   | 0.075     |
|                 |           |           |          |                 |           |           |
| 0.010           | 0.00026   | 0.125     | 80       | 0.399           | 0.00798   | 0.070     |
| 0.014           | 0.00035   | 0.130     | 81       | 0.395           | 0.00789   | 0.065     |
| 0.020           | 0.00045   | 0.135     | 82       | 0.389           | 0.00779   | 0.059     |
| 0.025           | 0.00056   | 0.140     | 83       | 0.384           | 0.00768   | 0.055     |
| 0.032           | 0.00069   | 0.145     | 84       | 0.377           | 0.00755   | 0.050     |
|                 |           |           |          |                 |           |           |
| 0.039           | 0.00084   | 0.149     | 85       | 0.370           | 0.00740   | 0.045     |
| 0.047           | 0.00099   | 0.154     | 86       | 0.362           | 0.00725   | 0.041     |
| 0.055           | 0.00116   | 0.158     | 87       | 0.353           | 0.00708   | 0.037     |
| 0.064           | 0.00134   | 0.162     | 88       | 0.344           | 0.00690   | 0.033     |
| 0.074           | 0.00153   | 0.166     | 89       | 0.335           | 0.00671   | 0.029     |
|                 |           |           |          |                 |           |           |
| 0.084           | 0.00174   | 0.169     | 90       | 0.325           | 0.00650   | 0.025     |
| 0.095           | 0.00195   | 0.172     | 91       | 0.314           | 0.00629   | 0.023     |
| 0.106           | 0.00216   | 0.175     | 92       | 0.303           | 0.00608   | 0.019     |
| 0.117           | 0.00239   | 0.178     | 93       | 0.292           | 0.00585   | 0.017     |
| 0.129           | 0.00263   | 0.180     | 94       | 0.280           | 0.00561   | 0.015     |
|                 |           |           |          |                 |           |           |
| 0.141           | 0.00287   | 0.182     | 95       | 0.268           | 0.00537   | 0.013     |
| 0.154           | 0.00311   | 0.183     | 96       | 0.255           | 0.00513   | 0.011     |
| 0.166           | 0.00336   | 0.184     | 97       | 0.243           | 0.00488   | 0.010     |
| 0.179           | 0.00361   | 0.185     | 98       | 0.230           | 0.00463   | 0.009     |
| 0.192           | 0.00387   | 0.186     | 99       | 0.217           | 0.00437   | 0.009     |
| 0.204           | 0.00412   | 0.186     | 100      | 0.204           | 0.00412   | 0.009     |

$\lambda$        $A$        $B$   
 Konstante    0°204    0.00412    0°097  
 Summe der    0°204    0.00412    0°097  
 Konstanten

Tafel Xf.

vergl. pag. 241 u. 243.

| Arg. IV | $\lambda_{IV}$ | $A_{IV}$ | $B_{IV}$ | Arg. IV | $\lambda_{IV}$ | $A_{IV}$ | $B_{IV}$ |
|---------|----------------|----------|----------|---------|----------------|----------|----------|
| 0       | 68             | 135      | 0        | 50      | 68             | 135      | 0        |
| 1       | 73             | 144      | 0        | 51      | 64             | 127      | 0        |
| 2       | 77             | 153      | 0        | 52      | 60             | 119      | 0        |
| 3       | 82             | 162      | 0        | 53      | 56             | 112      | 0        |
| 4       | 86             | 171      | 0        | 54      | 52             | 104      | 0        |
|         |                |          |          |         |                |          |          |
| 5       | 91             | 180      | 0        | 55      | 49             | 96       | 0        |
| 6       | 95             | 189      | 0        | 56      | 45             | 89       | 0        |
| 7       | 99             | 197      | 0        | 57      | 41             | 82       | 0        |
| 8       | 103            | 205      | 0        | 58      | 38             | 74       | 0        |
| 9       | 107            | 212      | 0        | 59      | 34             | 67       | 0        |
|         |                |          |          |         |                |          |          |
| 10      | 111            | 220      | 0        | 60      | 31             | 61       | 0        |
| 11      | 114            | 227      | 0        | 61      | 27             | 54       | 0        |
| 12      | 117            | 233      | 0        | 62      | 24             | 48       | 0        |
| 13      | 120            | 239      | 0        | 63      | 21             | 42       | 0        |
| 14      | 123            | 244      | 0        | 64      | 18             | 37       | 0        |
|         |                |          |          |         |                |          |          |
| 15      | 126            | 249      | 0        | 65      | 16             | 31       | 0        |
| 16      | 128            | 254      | 0        | 66      | 13             | 26       | 0        |
| 17      | 130            | 258      | 0        | 67      | 11             | 22       | 0        |
| 18      | 131            | 261      | 0        | 68      | 9              | 18       | 0        |
| 19      | 133            | 264      | 0        | 69      | 7              | 14       | 0        |
|         |                |          |          |         |                |          |          |
| 20      | 134            | 266      | 0        | 70      | 5              | 10       | 0        |
| 21      | 135            | 268      | 0        | 71      | 4              | 7        | 0        |
| 22      | 135            | 269      | 0        | 72      | 3              | 5        | 0        |
| 23      | 136            | 270      | 0        | 73      | 2              | 3        | 0        |
| 24      | 136            | 270      | 0        | 74      | 1              | 2        | 0        |
|         |                |          |          |         |                |          |          |
| 25      | 136            | 269      | 0        | 75      | 0              | 1        | 0        |
| 26      | 135            | 268      | 0        | 76      | 0              | 0        | 0        |
| 27      | 134            | 267      | 0        | 77      | 0              | 0        | 0        |
| 28      | 133            | 265      | 0        | 78      | 1              | 1        | 0        |
| 29      | 132            | 263      | 0        | 79      | 1              | 2        | 0        |
|         |                |          |          |         |                |          |          |
| 30      | 131            | 260      | 0        | 80      | 2              | 4        | 0        |
| 31      | 129            | 256      | 0        | 81      | 3              | 6        | 0        |
| 32      | 127            | 252      | 0        | 82      | 5              | 9        | 0        |
| 33      | 125            | 248      | 0        | 83      | 6              | 12       | 0        |
| 34      | 123            | 244      | 0        | 84      | 8              | 16       | 0        |
|         |                |          |          |         |                |          |          |
| 35      | 120            | 239      | 0        | 85      | 10             | 21       | 0        |
| 36      | 118            | 233      | 0        | 86      | 13             | 26       | 0        |
| 37      | 115            | 228      | 0        | 87      | 16             | 31       | 0        |
| 38      | 112            | 222      | 0        | 88      | 19             | 37       | 0        |
| 39      | 109            | 216      | 0        | 89      | 22             | 43       | 0        |
|         |                |          |          |         |                |          |          |
| 40      | 105            | 209      | 0        | 90      | 25             | 50       | 0        |
| 41      | 102            | 203      | 0        | 91      | 29             | 58       | 0        |
| 42      | 98             | 196      | 0        | 92      | 33             | 65       | 0        |
| 43      | 95             | 188      | 0        | 93      | 37             | 73       | 0        |
| 44      | 91             | 181      | 0        | 94      | 41             | 81       | 0        |
|         |                |          |          |         |                |          |          |
| 45      | 87             | 174      | 0        | 95      | 45             | 90       | 0        |
| 46      | 84             | 166      | 0        | 96      | 50             | 99       | 0        |
| 47      | 80             | 158      | 0        | 97      | 54             | 108      | 0        |
| 48      | 76             | 151      | 0        | 98      | 59             | 117      | 0        |
| 49      | 72             | 143      | 0        | 99      | 63             | 126      | 0        |
| 50      | 68             | 135      | 0        | 100     | 68             | 135      | 0        |

$\lambda$        $A$        $B$   
 Konstante    0°068    0.00135    0°000  
 Summe der    0°272    0.00547    0°097  
 Konstanten

Tafel Xg.

vergl. pag. 241 u. 243.

| Arg. V | $\lambda_V$ | $A_V$ | $B_V$ | Arg. V | $\lambda_V$ | $A_V$ | $B_V$ |
|--------|-------------|-------|-------|--------|-------------|-------|-------|
| 0      | 34          | 68    | 0     | 50     | 34          | 68    | 37    |
| 1      | 32          | 64    | 0     | 51     | 36          | 72    | 37    |
| 2      | 30          | 59    | 0     | 52     | 39          | 77    | 36    |
| 3      | 28          | 55    | 0     | 53     | 41          | 81    | 36    |
| 4      | 26          | 51    | 1     | 54     | 43          | 85    | 36    |
|        |             |       |       |        |             |       |       |
| 5      | 24          | 47    | 1     | 55     | 45          | 89    | 36    |
| 6      | 22          | 43    | 1     | 56     | 47          | 93    | 35    |
| 7      | 20          | 39    | 2     | 57     | 49          | 97    | 35    |
| 8      | 18          | 35    | 2     | 58     | 51          | 101   | 34    |
| 9      | 16          | 32    | 3     | 59     | 53          | 104   | 34    |
|        |             |       |       |        |             |       |       |
| 10     | 14          | 28    | 3     | 60     | 54          | 108   | 33    |
| 11     | 12          | 25    | 4     | 61     | 56          | 111   | 32    |
| 12     | 11          | 21    | 5     | 62     | 58          | 115   | 32    |
| 13     | 9           | 18    | 6     | 63     | 59          | 118   | 31    |
| 14     | 8           | 16    | 7     | 64     | 61          | 120   | 30    |
|        |             |       |       |        |             |       |       |
| 15     | 7           | 13    | 7     | 65     | 62          | 123   | 29    |
| 16     | 5           | 10    | 8     | 66     | 63          | 126   | 28    |
| 17     | 4           | 8     | 9     | 67     | 64          | 128   | 27    |
| 18     | 3           | 6     | 10    | 68     | 65          | 130   | 26    |
| 19     | 2           | 5     | 12    | 69     | 66          | 131   | 25    |
|        |             |       |       |        |             |       |       |
| 20     | 2           | 3     | 13    | 70     | 67          | 133   | 24    |
| 21     | 1           | 2     | 14    | 71     | 67          | 134   | 23    |
| 22     | 1           | 1     | 15    | 72     | 68          | 135   | 22    |
| 23     | 0           | 0     | 16    | 73     | 68          | 136   | 21    |
| 24     | 0           | 0     | 17    | 74     | 68          | 136   | 19    |
|        |             |       |       |        |             |       |       |
| 25     | 0           | 0     | 18    | 75     | 69          | 136   | 18    |
| 26     | 0           | 0     | 19    | 76     | 68          | 136   | 17    |
| 27     | 0           | 0     | 21    | 77     | 68          | 136   | 16    |
| 28     | 1           | 1     | 22    | 78     | 68          | 135   | 15    |
| 29     | 1           | 2     | 23    | 79     | 67          | 134   | 14    |
|        |             |       |       |        |             |       |       |
| 30     | 2           | 3     | 24    | 80     | 67          | 133   | 13    |
| 31     | 2           | 5     | 25    | 81     | 66          | 131   | 12    |
| 32     | 3           | 6     | 26    | 82     | 65          | 130   | 10    |
| 33     | 4           | 8     | 27    | 83     | 64          | 128   | 9     |
| 34     | 5           | 10    | 28    | 84     | 63          | 126   | 8     |
|        |             |       |       |        |             |       |       |
| 35     | 7           | 13    | 29    | 85     | 62          | 123   | 7     |
| 36     | 8           | 16    | 30    | 86     | 61          | 120   | 7     |
| 37     | 9           | 18    | 31    | 87     | 59          | 118   | 6     |
| 38     | 11          | 21    | 32    | 88     | 58          | 115   | 5     |
| 39     | 12          | 25    | 32    | 89     | 56          | 111   | 4     |
|        |             |       |       |        |             |       |       |
| 40     | 14          | 28    | 33    | 90     | 54          | 108   | 3     |
| 41     | 16          | 32    | 34    | 91     | 53          | 104   | 3     |
| 42     | 18          | 35    | 34    | 92     | 51          | 101   | 2     |
| 43     | 20          | 39    | 35    | 93     | 49          | 97    | 2     |
| 44     | 22          | 43    | 35    | 94     | 47          | 93    | 1     |
|        |             |       |       |        |             |       |       |
| 45     | 24          | 47    | 36    | 95     | 45          | 89    | 1     |
| 46     | 26          | 51    | 36    | 96     | 43          | 85    | 1     |
| 47     | 28          | 55    | 36    | 97     | 41          | 81    | 0     |
| 48     | 30          | 59    | 36    | 98     | 39          | 77    | 0     |
| 49     | 32          | 64    | 37    | 99     | 36          | 72    | 0     |
| 50     | 34          | 68    | 37    | 100    | 34          | 68    | 0     |

Tafel Xh.

vergl. pag. 241 u. 243.

| Arg. VI | $\lambda_{VI}$ | $A_{VI}$ | $B_{VI}$ | Arg. VI | $\lambda_{VI}$ | $A_{VI}$ | $B_{VI}$ |
|---------|----------------|----------|----------|---------|----------------|----------|----------|
| 0       | 26             | 52       | 01       | 50      | 26             | 52       | 23       |
| 1       | 25             | 49       | 01       | 51      | 28             | 55       | 23       |
| 2       | 23             | 45       | 01       | 52      | 29             | 59       | 23       |
| 3       | 21             | 40       | 01       | 53      | 31             | 62       | 23       |
| 4       | 20             | 39       | 01       | 54      | 33             | 65       | 22       |
| 5       | 18             | 36       | 1        | 55      | 34             | 68       | 22       |
| 6       | 17             | 33       | 1        | 56      | 36             | 71       | 22       |
| 7       | 15             | 30       | 1        | 57      | 37             | 74       | 22       |
| 8       | 14             | 27       | 1        | 58      | 39             | 77       | 21       |
| 9       | 12             | 24       | 2        | 59      | 40             | 80       | 21       |
| 10      | 11             | 21       | 2        | 60      | 42             | 83       | 21       |
| 11      | 9              | 19       | 3        | 61      | 43             | 85       | 20       |
| 12      | 8              | 16       | 3        | 62      | 44             | 88       | 20       |
| 13      | 7              | 14       | 4        | 63      | 45             | 90       | 19       |
| 14      | 6              | 12       | 4        | 64      | 46             | 92       | 19       |
| 15      | 5              | 10       | 5        | 65      | 47             | 94       | 18       |
| 16      | 4              | 8        | 5        | 66      | 48             | 96       | 17       |
| 17      | 3              | 6        | 6        | 67      | 49             | 98       | 17       |
| 18      | 2              | 5        | 7        | 68      | 50             | 99       | 16       |
| 19      | 2              | 4        | 7        | 69      | 51             | 100      | 16       |
| 20      | 1              | 3        | 8        | 70      | 51             | 101      | 15       |
| 21      | 1              | 2        | 9        | 71      | 52             | 102      | 14       |
| 22      | 0              | 1        | 9        | 72      | 52             | 103      | 13       |
| 23      | 0              | 0        | 10       | 73      | 52             | 104      | 13       |
| 24      | 0              | 0        | 11       | 74      | 52             | 104      | 12       |
| 25      | 0              | 0        | 11       | 75      | 52             | 104      | 11       |
| 26      | 0              | 0        | 12       | 76      | 52             | 104      | 11       |
| 27      | 0              | 0        | 13       | 77      | 52             | 104      | 10       |
| 28      | 0              | 1        | 13       | 78      | 52             | 103      | 9        |
| 29      | 1              | 2        | 14       | 79      | 52             | 102      | 9        |
| 30      | 1              | 3        | 15       | 80      | 51             | 101      | 8        |
| 31      | 2              | 4        | 16       | 81      | 51             | 100      | 7        |
| 32      | 2              | 5        | 16       | 82      | 50             | 99       | 7        |
| 33      | 3              | 6        | 17       | 83      | 49             | 98       | 6        |
| 34      | 4              | 8        | 17       | 84      | 48             | 96       | 5        |
| 35      | 5              | 10       | 18       | 85      | 47             | 94       | 5        |
| 36      | 6              | 12       | 19       | 86      | 46             | 92       | 4        |
| 37      | 7              | 14       | 19       | 87      | 45             | 90       | 4        |
| 38      | 8              | 16       | 20       | 88      | 44             | 88       | 3        |
| 39      | 9              | 19       | 20       | 89      | 43             | 85       | 3        |
| 40      | 11             | 21       | 21       | 90      | 42             | 83       | 2        |
| 41      | 12             | 24       | 21       | 91      | 40             | 80       | 2        |
| 42      | 14             | 27       | 21       | 92      | 39             | 77       | 1        |
| 43      | 15             | 30       | 22       | 93      | 37             | 74       | 1        |
| 44      | 17             | 33       | 22       | 94      | 36             | 71       | 1        |
| 45      | 18             | 36       | 22       | 95      | 34             | 68       | 1        |
| 46      | 20             | 39       | 22       | 96      | 33             | 65       | 0        |
| 47      | 21             | 42       | 23       | 97      | 31             | 62       | 0        |
| 48      | 23             | 45       | 23       | 98      | 29             | 59       | 0        |
| 49      | 25             | 49       | 23       | 99      | 28             | 55       | 0        |
| 50      | 26             | 52       | 23       | 100     | 26             | 52       | 0        |

$\lambda$        $A$        $B$   
 Constante    0°026    0.00052    0°011  
 Summe der    0°333    0.00667    0°127  
 Constanten

Tafel Xi.

vergl. pag. 241 u. 243.

| Arg. VII | $\lambda_{VII}$ | $A_{VII}$ | $B_{VII}$ | Arg. VII | $\lambda_{VII}$ | $A_{VII}$ | $B_{VII}$ |
|----------|-----------------|-----------|-----------|----------|-----------------|-----------|-----------|
| 0        | 15              | 30        | 0         | 50       | 15              | 30        | 0         |
| 1        | 16              | 32        | 0         | 51       | 14              | 28        | 0         |
| 2        | 17              | 34        | 0         | 52       | 13              | 26        | 0         |
| 3        | 18              | 36        | 0         | 53       | 12              | 24        | 0         |
| 4        | 19              | 37        | 0         | 54       | 11              | 23        | 0         |
| 5        | 20              | 39        | 0         | 55       | 10              | 21        | 0         |
| 6        | 21              | 41        | 0         | 56       | 9               | 19        | 0         |
| 7        | 21              | 43        | 0         | 57       | 9               | 17        | 0         |
| 8        | 22              | 44        | 0         | 58       | 8               | 16        | 0         |
| 9        | 23              | 46        | 0         | 59       | 7               | 14        | 0         |
| 10       | 24              | 48        | 0         | 60       | 6               | 13        | 0         |
| 11       | 25              | 49        | 0         | 61       | 5               | 11        | 0         |
| 12       | 25              | 51        | 0         | 62       | 5               | 10        | 0         |
| 13       | 26              | 52        | 0         | 63       | 4               | 9         | 0         |
| 14       | 27              | 53        | 0         | 64       | 3               | 7         | 0         |
| 15       | 27              | 54        | 0         | 65       | 3               | 6         | 0         |
| 16       | 28              | 55        | 0         | 66       | 2               | 5         | 0         |
| 17       | 28              | 56        | 0         | 67       | 2               | 4         | 0         |
| 18       | 29              | 57        | 0         | 68       | 1               | 3         | 0         |
| 19       | 29              | 58        | 0         | 69       | 1               | 3         | 0         |
| 20       | 29              | 59        | 0         | 70       | 1               | 2         | 0         |
| 21       | 29              | 59        | 0         | 71       | 0               | 1         | 0         |
| 22       | 30              | 59        | 0         | 72       | 0               | 1         | 0         |
| 23       | 30              | 60        | 0         | 73       | 0               | 0         | 0         |
| 24       | 30              | 60        | 0         | 74       | 0               | 0         | 0         |
| 25       | 30              | 60        | 0         | 75       | 0               | 0         | 0         |
| 26       | 30              | 60        | 0         | 76       | 0               | 0         | 0         |
| 27       | 30              | 60        | 0         | 77       | 0               | 0         | 0         |
| 28       | 30              | 59        | 0         | 78       | 0               | 1         | 0         |
| 29       | 29              | 59        | 0         | 79       | 0               | 1         | 0         |
| 30       | 29              | 58        | 0         | 80       | 1               | 1         | 0         |
| 31       | 29              | 57        | 0         | 81       | 1               | 2         | 0         |
| 32       | 28              | 57        | 0         | 82       | 1               | 3         | 0         |
| 33       | 28              | 56        | 0         | 83       | 2               | 4         | 0         |
| 34       | 28              | 55        | 0         | 84       | 2               | 5         | 0         |
| 35       | 27              | 54        | 0         | 85       | 3               | 6         | 0         |
| 36       | 26              | 53        | 0         | 86       | 3               | 7         | 0         |
| 37       | 26              | 51        | 0         | 87       | 4               | 8         | 0         |
| 38       | 25              | 50        | 0         | 88       | 5               | 9         | 0         |
| 39       | 24              | 49        | 0         | 89       | 5               | 11        | 0         |
| 40       | 24              | 47        | 0         | 90       | 6               | 12        | 0         |
| 41       | 23              | 46        | 0         | 91       | 7               | 14        | 0         |
| 42       | 22              | 44        | 0         | 92       | 8               | 16        | 0         |
| 43       | 21              | 43        | 0         | 93       | 9               | 17        | 0         |
| 44       | 20              | 41        | 0         | 94       | 10              | 19        | 0         |
| 45       | 19              | 39        | 0         | 95       | 10              | 21        | 0         |
| 46       | 19              | 37        | 0         | 96       | 11              | 23        | 0         |
| 47       | 18              | 36        | 0         | 97       | 12              | 24        | 0         |
| 48       | 17              | 34        | 0         | 98       | 13              | 26        | 0         |
| 49       | 16              | 32        | 0         | 99       | 14              | 28        | 0         |
| 50       | 15              | 30        | 0         | 100      | 15              | 30        | 0         |

$\lambda$        $A$        $B$   
 Constante    0°015    0.00030    0°000  
 Summe der    0°348    0.00697    0°127  
 Constanten

Tafel Xk.

vergl. pag. 241 u.

| Arg. VIII | $\lambda_{VIII}$ | $A_{VIII}$ | $B_{VIII}$ | Arg. VIII | $\lambda_{VIII}$ | $A_{VIII}$ |
|-----------|------------------|------------|------------|-----------|------------------|------------|
| 0         | 12               | 25         | 13         | 50        | 12               | 25         |
| 1         | 13               | 27         | 13         | 51        | 13               | 23         |
| 2         | 14               | 28         | 13         | 52        | 11               | 22         |
| 3         | 15               | 30         | 13         | 53        | 10               | 20         |
| 4         | 16               | 31         | 13         | 54        | 9                | 19         |
| 5         | 16               | 33         | 13         | 55        | 9                | 17         |
| 6         | 17               | 34         | 13         | 56        | 8                | 16         |
| 7         | 18               | 36         | 13         | 57        | 7                | 14         |
| 8         | 18               | 37         | 13         | 58        | 6                | 13         |
| 9         | 19               | 38         | 12         | 59        | 6                | 12         |
| 10        | 20               | 39         | 12         | 60        | 5                | 11         |
| 11        | 20               | 41         | 12         | 61        | 4                | 9          |
| 12        | 21               | 42         | 12         | 62        | 4                | 8          |
| 13        | 22               | 43         | 11         | 63        | 3                | 7          |
| 14        | 22               | 44         | 11         | 64        | 3                | 6          |
| 15        | 23               | 45         | 11         | 65        | 2                | 5          |
| 16        | 23               | 46         | 10         | 66        | 2                | 4          |
| 17        | 23               | 47         | 10         | 67        | 1                | 3          |
| 18        | 24               | 47         | 9          | 68        | 1                | 3          |
| 19        | 24               | 48         | 9          | 69        | 1                | 2          |
| 20        | 24               | 49         | 9          | 70        | 0                | 1          |
| 21        | 25               | 49         | 8          | 71        | 0                | 1          |
| 22        | 25               | 49         | 8          | 72        | 0                | 1          |
| 23        | 25               | 50         | 7          | 73        | 0                | 0          |
| 24        | 25               | 50         | 7          | 74        | 0                | 0          |
| 25        | 25               | 50         | 7          | 75        | 0                | 0          |
| 26        | 25               | 50         | 6          | 76        | 0                | 0          |
| 27        | 25               | 50         | 6          | 77        | 0                | 0          |
| 28        | 25               | 49         | 5          | 78        | 0                | 1          |
| 29        | 25               | 49         | 5          | 79        | 0                | 1          |
| 30        | 24               | 49         | 5          | 80        | 0                | 1          |
| 31        | 24               | 48         | 4          | 81        | 1                | 2          |
| 32        | 24               | 47         | 4          | 82        | 1                | 3          |
| 33        | 23               | 47         | 3          | 83        | 1                | 3          |
| 34        | 23               | 46         | 3          | 84        | 2                | 4          |
| 35        | 23               | 45         | 3          | 85        | 2                | 5          |
| 36        | 22               | 44         | 2          | 86        | 3                | 6          |
| 37        | 22               | 43         | 2          | 87        | 3                | 7          |
| 38        | 21               | 42         | 2          | 88        | 4                | 8          |
| 39        | 20               | 41         | 1          | 89        | 4                | 9          |
| 40        | 20               | 39         | 1          | 90        | 5                | 11         |
| 41        | 19               | 38         | 1          | 91        | 6                | 12         |
| 42        | 18               | 37         | 1          | 92        | 6                | 13         |
| 43        | 18               | 36         | 1          | 93        | 7                | 14         |
| 44        | 17               | 34         | 0          | 94        | 8                | 16         |
| 45        | 16               | 33         | 0          | 95        | 9                | 17         |
| 46        | 16               | 31         | 0          | 96        | 9                | 19         |
| 47        | 15               | 30         | 0          | 97        | 10               | 20         |
| 48        | 14               | 28         | 0          | 98        | 11               | 22         |
| 49        | 13               | 27         | 0          | 99        | 12               | 23         |
| 50        | 12               | 25         | 0          | 100       | 12               | 25         |

$\lambda$        $A$        $B$   
 Constante    0°012    0.00025    0°0  
 Summe der    0°360    0.00722    0°1  
 Constanten

Tafel Xl.

vergl. pag. 241 u. 243.

| $\lambda_{IX}$ | $A_{IX}$ | $B_{IX}$ | $\lambda_{IX}$ | $A_{IX}$ | $B_{IX}$ |
|----------------|----------|----------|----------------|----------|----------|
| 11             | 23       | 10       | 50             | 11       | 23       |
| 12             | 24       | 10       | 51             | 11       | 22       |
| 13             | 26       | 10       | 52             | 10       | 20       |
| 14             | 27       | 10       | 53             | 9        | 19       |
| 14             | 29       | 10       | 54             | 9        | 17       |
| 15             | 30       | 10       | 55             | 8        | 16       |
| 16             | 31       | 10       | 56             | 7        | 15       |
| 16             | 33       | 9        | 57             | 7        | 13       |
| 17             | 34       | 9        | 58             | 6        | 12       |
| 18             | 35       | 9        | 59             | 5        | 11       |
| 18             | 36       | 9        | 60             | 5        | 10       |
| 19             | 37       | 9        | 61             | 4        | 9        |
| 19             | 39       | 9        | 62             | 4        | 7        |
| 20             | 40       | 8        | 63             | 3        | 6        |
| 20             | 41       | 8        | 64             | 3        | 5        |
| 21             | 41       | 8        | 65             | 2        | 5        |
| 21             | 42       | 8        | 66             | 2        | 4        |
| 22             | 43       | 7        | 67             | 1        | 3        |
| 22             | 44       | 7        | 68             | 1        | 2        |
| 22             | 44       | 7        | 69             | 1        | 2        |
| 22             | 45       | 6        | 70             | 1        | 1        |
| 23             | 45       | 6        | 71             | 0        | 1        |
| 23             | 45       | 6        | 72             | 0        | 1        |
| 23             | 46       | 6        | 73             | 0        | 0        |
| 23             | 46       | 5        | 74             | 0        | 0        |
| 23             | 46       | 5        | 75             | 0        | 0        |
| 23             | 46       | 5        | 76             | 0        | 0        |
| 23             | 46       | 4        | 77             | 0        | 0        |
| 23             | 45       | 4        | 78             | 0        | 1        |
| 23             | 45       | 4        | 79             | 0        | 1        |
| 22             | 45       | 3        | 80             | 1        | 1        |
| 22             | 44       | 3        | 81             | 1        | 2        |
| 22             | 44       | 3        | 82             | 1        | 2        |
| 22             | 43       | 3        | 83             | 1        | 3        |
| 21             | 42       | 2        | 84             | 2        | 4        |
| 21             | 41       | 2        | 85             | 2        | 5        |
| 20             | 41       | 2        | 86             | 3        | 5        |
| 20             | 40       | 2        | 87             | 3        | 6        |
| 19             | 39       | 1        | 88             | 4        | 7        |
| 19             | 37       | 1        | 89             | 4        | 9        |
| 18             | 36       | 1        | 90             | 5        | 10       |
| 18             | 35       | 1        | 91             | 5        | 11       |
| 17             | 34       | 1        | 92             | 6        | 12       |
| 16             | 33       | 0        | 93             | 7        | 13       |
| 16             | 31       | 0        | 94             | 7        | 15       |
| 15             | 30       | 0        | 95             | 8        | 16       |
| 14             | 29       | 0        | 96             | 9        | 17       |
| 14             | 27       | 0        | 97             | 9        | 19       |
| 13             | 26       | 0        | 98             | 10       | 20       |
| 12             | 24       | 0        | 99             | 11       | 22       |
| 11             | 23       | 0        | 100            | 11       | 23       |

Tafel Xm.

vergl. pag. 241 u. 243.

| $\lambda_X$ | $A_X$ | $B_X$ | $\lambda_X$ | $A_X$ | $B_X$ |
|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| 0           | 6     | 12    | 50          | 6     | 12    |
| 1           | 6     | 13    | 51          | 6     | 11    |
| 2           | 7     | 14    | 52          | 5     | 10    |
| 3           | 7     | 14    | 53          | 5     | 10    |
| 4           | 8     | 15    | 54          | 5     | 9     |
| 5           | 8     | 16    | 55          | 4     | 8     |
| 6           | 8     | 16    | 56          | 4     | 8     |
| 7           | 9     | 17    | 57          | 3     | 7     |
| 8           | 9     | 18    | 58          | 3     | 6     |
| 9           | 9     | 19    | 59          | 3     | 5     |
| 10          | 10    | 19    | 60          | 2     | 5     |
| 11          | 10    | 20    | 61          | 2     | 4     |
| 12          | 10    | 20    | 62          | 2     | 4     |
| 13          | 10    | 21    | 63          | 2     | 3     |
| 14          | 11    | 21    | 64          | 1     | 3     |
| 15          | 11    | 22    | 65          | 1     | 2     |
| 16          | 11    | 22    | 66          | 1     | 2     |
| 17          | 11    | 23    | 67          | 1     | 1     |
| 18          | 12    | 23    | 68          | 1     | 1     |
| 19          | 12    | 23    | 69          | 0     | 1     |
| 20          | 12    | 24    | 70          | 0     | 0     |
| 21          | 12    | 24    | 71          | 0     | 0     |
| 22          | 12    | 24    | 72          | 0     | 0     |
| 23          | 12    | 24    | 73          | 0     | 0     |
| 24          | 12    | 24    | 74          | 0     | 0     |
| 25          | 12    | 24    | 75          | 0     | 0     |
| 26          | 12    | 24    | 76          | 0     | 0     |
| 27          | 12    | 24    | 77          | 0     | 0     |
| 28          | 12    | 24    | 78          | 0     | 0     |
| 29          | 12    | 24    | 79          | 0     | 0     |
| 30          | 12    | 24    | 80          | 0     | 0     |
| 31          | 12    | 23    | 81          | 0     | 1     |
| 32          | 12    | 23    | 82          | 1     | 1     |
| 33          | 11    | 23    | 83          | 1     | 1     |
| 34          | 11    | 22    | 84          | 1     | 2     |
| 35          | 11    | 22    | 85          | 1     | 2     |
| 36          | 11    | 21    | 86          | 1     | 3     |
| 37          | 10    | 21    | 87          | 2     | 3     |
| 38          | 10    | 20    | 88          | 2     | 4     |
| 39          | 10    | 20    | 89          | 2     | 4     |
| 40          | 10    | 19    | 90          | 2     | 5     |
| 41          | 9     | 19    | 91          | 3     | 5     |
| 42          | 9     | 18    | 92          | 3     | 6     |
| 43          | 9     | 17    | 93          | 3     | 7     |
| 44          | 8     | 16    | 94          | 4     | 8     |
| 45          | 8     | 16    | 95          | 4     | 8     |
| 46          | 8     | 15    | 96          | 5     | 9     |
| 47          | 7     | 14    | 97          | 5     | 10    |
| 48          | 7     | 14    | 98          | 5     | 10    |
| 49          | 6     | 13    | 99          | 6     | 11    |
| 50          | 6     | 12    | 100         | 6     | 12    |

Tafel Xn.

vergl. pag. 241 u. 243.

| $\lambda_{XI}$ | $A_{XI}$ | $B_{XI}$ | $\lambda_{XI}$ | $A_{XI}$ | $B_{XI}$ |
|----------------|----------|----------|----------------|----------|----------|
| 0              | 6        | 12       | 50             | 6        | 12       |
| 1              | 6        | 13       | 51             | 5        | 11       |
| 2              | 6        | 13       | 52             | 5        | 11       |
| 3              | 7        | 14       | 53             | 5        | 10       |
| 4              | 7        | 15       | 54             | 4        | 9        |
| 5              | 8        | 16       | 55             | 4        | 8        |
| 6              | 8        | 16       | 56             | 4        | 8        |
| 7              | 8        | 17       | 57             | 3        | 7        |
| 8              | 9        | 18       | 58             | 3        | 6        |
| 9              | 9        | 18       | 59             | 3        | 6        |
| 10             | 9        | 19       | 60             | 2        | 5        |
| 11             | 9        | 19       | 61             | 2        | 5        |
| 12             | 10       | 20       | 62             | 2        | 4        |
| 13             | 10       | 20       | 63             | 2        | 4        |
| 14             | 10       | 21       | 64             | 1        | 3        |
| 15             | 10       | 21       | 65             | 1        | 3        |
| 16             | 11       | 22       | 66             | 1        | 2        |
| 17             | 11       | 22       | 67             | 1        | 2        |
| 18             | 11       | 22       | 68             | 1        | 2        |
| 19             | 11       | 23       | 69             | 0        | 1        |
| 20             | 11       | 23       | 70             | 0        | 1        |
| 21             | 11       | 23       | 71             | 0        | 1        |
| 22             | 11       | 23       | 72             | 0        | 1        |
| 23             | 12       | 24       | 73             | 0        | 0        |
| 24             | 12       | 24       | 74             | 0        | 0        |
| 25             | 12       | 24       | 75             | 0        | 0        |
| 26             | 12       | 24       | 76             | 0        | 0        |
| 27             | 12       | 24       | 77             | 0        | 0        |
| 28             | 11       | 23       | 78             | 0        | 1        |
| 29             | 11       | 23       | 79             | 0        | 1        |
| 30             | 11       | 23       | 80             | 0        | 1        |
| 31             | 11       | 23       | 81             | 0        | 1        |
| 32             | 11       | 22       | 82             | 1        | 2        |
| 33             | 11       | 22       | 83             | 1        | 2        |
| 34             | 11       | 22       | 84             | 1        | 2        |
| 35             | 10       | 21       | 85             | 1        | 3        |
| 36             | 10       | 21       | 86             | 1        | 3        |
| 37             | 10       | 20       | 87             | 2        | 4        |
| 38             | 10       | 20       | 88             | 2        | 4        |
| 39             | 9        | 19       | 89             | 2        | 5        |
| 40             | 9        | 19       | 90             | 2        | 5        |
| 41             | 9        | 18       | 91             | 3        | 6        |
| 42             | 9        | 18       | 92             | 3        | 6        |
| 43             | 8        | 17       | 93             | 3        | 7        |
| 44             | 8        | 16       | 94             | 4        | 8        |
| 45             | 8        | 16       | 95             | 4        | 8        |
| 46             | 7        | 15       | 96             | 4        | 9        |
| 47             | 7        | 14       | 97             | 5        | 10       |
| 48             | 6        | 13       | 98             | 5        | 11       |
| 49             | 6        | 13       | 99             | 5        | 11       |
| 50             | 6        | 12       | 100            | 6        | 12       |

$\lambda$        $A$        $B$   
 Constante      0"011      0.00023      0"005  
 Summe der      0"372      0.00745      0"139  
 Constanten

$\lambda$        $A$        $B$   
 Constante      0"006      0.00012      0"000  
 Summe der      0"378      0.00757      0"139  
 Constanten

$\lambda$        $A$        $B$   
 Constante      0"006      0.00012      0"003  
 Summe der      0"384      0.00769      0"142  
 Constanten

**Tafel Xo.**

vergl. pag. 241 u. 243.

| Arg.<br>XII | $\lambda_{XII}$ | $A_{XII}$ | $B_{XII}$ | Arg.<br>XII | $\lambda_{XII}$ | $A_{XII}$ | $B_{XII}$ |
|-------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|-----------------|-----------|-----------|
| 0           | 6               | 11        | 0         | 50          | 6               | 11        | 6         |
| 1           | 5               | 10        | 0         | 51          | 6               | 12        | 6         |
| 2           | 5               | 10        | 0         | 52          | 6               | 12        | 6         |
| 3           | 5               | 9         | 0         | 53          | 7               | 13        | 6         |
| 4           | 4               | 8         | 0         | 54          | 7               | 14        | 6         |
| 5           | 4               | 7         | 0         | 55          | 7               | 15        | 6         |
| 6           | 4               | 7         | 0         | 56          | 8               | 15        | 6         |
| 7           | 3               | 6         | 0         | 57          | 8               | 16        | 6         |
| 8           | 3               | 6         | 0         | 58          | 8               | 16        | 6         |
| 9           | 3               | 5         | 0         | 59          | 9               | 17        | 6         |
| 10          | 2               | 4         | 0         | 60          | 9               | 18        | 6         |
| 11          | 2               | 4         | 1         | 61          | 9               | 18        | 6         |
| 12          | 2               | 3         | 1         | 62          | 10              | 19        | 5         |
| 13          | 1               | 3         | 1         | 63          | 10              | 19        | 5         |
| 14          | 1               | 2         | 1         | 64          | 10              | 20        | 5         |
| 15          | 1               | 2         | 1         | 65          | 10              | 20        | 5         |
| 16          | 1               | 1         | 1         | 66          | 10              | 21        | 5         |
| 17          | 1               | 1         | 2         | 67          | 11              | 21        | 5         |
| 18          | 0               | 1         | 2         | 68          | 11              | 21        | 4         |
| 19          | 0               | 0         | 2         | 69          | 11              | 22        | 4         |
| 20          | 0               | 0         | 2         | 70          | 11              | 22        | 4         |
| 21          | 0               | 0         | 2         | 71          | 11              | 22        | 4         |
| 22          | 0               | 0         | 2         | 72          | 11              | 22        | 4         |
| 23          | 0               | 0         | 3         | 73          | 11              | 22        | 3         |
| 24          | 0               | 0         | 3         | 74          | 11              | 22        | 3         |
| 25          | 0               | 0         | 3         | 75          | 11              | 22        | 3         |
| 26          | 0               | 0         | 3         | 76          | 11              | 22        | 3         |
| 27          | 0               | 0         | 3         | 77          | 11              | 22        | 3         |
| 28          | 0               | 0         | 4         | 78          | 11              | 22        | 2         |
| 29          | 0               | 0         | 4         | 79          | 11              | 22        | 2         |
| 30          | 0               | 0         | 4         | 80          | 11              | 22        | 2         |
| 31          | 0               | 0         | 4         | 81          | 11              | 22        | 2         |
| 32          | 0               | 1         | 4         | 82          | 11              | 21        | 2         |
| 33          | 1               | 1         | 5         | 83          | 11              | 21        | 2         |
| 34          | 1               | 1         | 5         | 84          | 11              | 21        | 1         |
| 35          | 1               | 2         | 5         | 85          | 10              | 20        | 1         |
| 36          | 1               | 2         | 5         | 86          | 10              | 20        | 1         |
| 37          | 1               | 3         | 5         | 87          | 10              | 19        | 1         |
| 38          | 2               | 3         | 5         | 88          | 10              | 19        | 1         |
| 39          | 2               | 4         | 6         | 89          | 9               | 18        | 1         |
| 40          | 2               | 4         | 6         | 90          | 9               | 18        | 0         |
| 41          | 3               | 5         | 6         | 91          | 9               | 17        | 0         |
| 42          | 3               | 6         | 6         | 92          | 8               | 16        | 0         |
| 43          | 3               | 6         | 6         | 93          | 8               | 16        | 0         |
| 44          | 4               | 7         | 6         | 94          | 8               | 15        | 0         |
| 45          | 4               | 7         | 6         | 95          | 7               | 15        | 0         |
| 46          | 4               | 8         | 6         | 96          | 7               | 14        | 0         |
| 47          | 5               | 9         | 6         | 97          | 7               | 13        | 0         |
| 48          | 5               | 10        | 6         | 98          | 6               | 12        | 0         |
| 49          | 5               | 10        | 6         | 99          | 6               | 12        | 0         |
| 50          | 6               | 11        | 6         | 100         | 6               | 11        | 0         |

$\lambda$        $A$        $B$   
 Constante    0"006    0.00011    0"003  
 Summe der    0"390    0.00780    0"145  
 Constanten

**Tafel Xp.**

vergl. pag. 241 u. 243.

| Arg.<br>XIII | $\lambda_{XIII}$ | $A_{XIII}$ | $B_{XIII}$ | Arg.<br>XIII | $\lambda_{XIII}$ | $A_{XIII}$ | $B_{XIII}$ |
|--------------|------------------|------------|------------|--------------|------------------|------------|------------|
| 0            | 5                | 10         | 6          | 50           | 5                | 10         | 0          |
| 1            | 5                | 11         | 6          | 51           | 5                | 9          | 0          |
| 2            | 6                | 11         | 6          | 52           | 4                | 9          | 0          |
| 3            | 6                | 12         | 6          | 53           | 4                | 8          | 0          |
| 4            | 6                | 13         | 5          | 54           | 4                | 7          | 0          |
| 5            | 7                | 13         | 5          | 55           | 4                | 7          | 0          |
| 6            | 7                | 14         | 5          | 56           | 3                | 6          | 0          |
| 7            | 7                | 14         | 5          | 57           | 3                | 6          | 0          |
| 8            | 8                | 15         | 5          | 58           | 3                | 5          | 0          |
| 9            | 8                | 16         | 5          | 59           | 2                | 4          | 0          |
| 10           | 8                | 16         | 5          | 60           | 2                | 4          | 0          |
| 11           | 8                | 17         | 5          | 61           | 2                | 3          | 1          |
| 12           | 9                | 17         | 5          | 62           | 2                | 3          | 1          |
| 13           | 9                | 18         | 5          | 63           | 1                | 2          | 1          |
| 14           | 9                | 18         | 5          | 64           | 1                | 2          | 1          |
| 15           | 9                | 18         | 4          | 65           | 1                | 2          | 1          |
| 16           | 10               | 19         | 4          | 66           | 1                | 1          | 1          |
| 17           | 10               | 19         | 4          | 67           | 1                | 1          | 1          |
| 18           | 10               | 19         | 4          | 68           | 0                | 1          | 2          |
| 19           | 10               | 20         | 4          | 69           | 0                | 0          | 2          |
| 20           | 10               | 20         | 4          | 70           | 0                | 0          | 2          |
| 21           | 10               | 20         | 3          | 71           | 0                | 0          | 2          |
| 22           | 10               | 20         | 3          | 72           | 0                | 0          | 2          |
| 23           | 10               | 20         | 3          | 73           | 0                | 0          | 2          |
| 24           | 10               | 20         | 3          | 74           | 0                | 0          | 3          |
| 25           | 10               | 20         | 3          | 75           | 0                | 0          | 3          |
| 26           | 10               | 20         | 3          | 76           | 0                | 0          | 3          |
| 27           | 10               | 20         | 2          | 77           | 0                | 0          | 3          |
| 28           | 10               | 20         | 2          | 78           | 0                | 0          | 3          |
| 29           | 10               | 20         | 2          | 79           | 0                | 0          | 3          |
| 30           | 10               | 20         | 2          | 80           | 0                | 0          | 4          |
| 31           | 10               | 20         | 2          | 81           | 0                | 0          | 4          |
| 32           | 10               | 19         | 2          | 82           | 0                | 1          | 4          |
| 33           | 10               | 19         | 1          | 83           | 1                | 1          | 4          |
| 34           | 10               | 19         | 1          | 84           | 1                | 1          | 4          |
| 35           | 9                | 18         | 1          | 85           | 1                | 2          | 4          |
| 36           | 9                | 18         | 1          | 86           | 1                | 2          | 5          |
| 37           | 9                | 18         | 1          | 87           | 1                | 2          | 5          |
| 38           | 9                | 17         | 1          | 88           | 2                | 3          | 5          |
| 39           | 8                | 17         | 1          | 89           | 2                | 3          | 5          |
| 40           | 8                | 16         | 0          | 90           | 2                | 4          | 5          |
| 41           | 8                | 16         | 0          | 91           | 2                | 4          | 5          |
| 42           | 8                | 15         | 0          | 92           | 3                | 5          | 5          |
| 43           | 7                | 14         | 0          | 93           | 3                | 6          | 5          |
| 44           | 7                | 14         | 0          | 94           | 3                | 6          | 5          |
| 45           | 7                | 13         | 0          | 95           | 4                | 7          | 5          |
| 46           | 6                | 13         | 0          | 96           | 4                | 7          | 5          |
| 47           | 6                | 12         | 0          | 97           | 4                | 8          | 6          |
| 48           | 6                | 11         | 0          | 98           | 4                | 9          | 6          |
| 49           | 5                | 11         | 0          | 99           | 5                | 9          | 6          |
| 50           | 5                | 10         | 0          | 100          | 5                | 10         | 6          |

$\lambda$        $A$        $B$   
 Constante    0"005    0.00010    0"003  
 Summe der    0"395    0.00790    0"148  
 Constanten

**Tafel Xq.**

vergl. pag. 241

| Arg.<br>XIV | $\lambda_{XIV}$ | $A_{XIV}$ | $B_{XIV}$ | Arg.<br>XIV | $\lambda_{XIV}$ | $A_{XIV}$ |
|-------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|-----------------|-----------|
| 0           | 5               | 10        | 0         | 50          | 5               | 1         |
| 1           | 5               | 9         | 0         | 51          | 5               | 1         |
| 2           | 4               | 9         | 0         | 52          | 6               | 1         |
| 3           | 4               | 8         | 0         | 53          | 6               | 1         |
| 4           | 4               | 7         | 0         | 54          | 6               | 1         |
| 5           | 4               | 7         | 0         | 55          | 7               | 1         |
| 6           | 3               | 6         | 0         | 56          | 7               | 1         |
| 7           | 3               | 6         | 0         | 57          | 7               | 1         |
| 8           | 3               | 5         | 0         | 58          | 8               | 1         |
| 9           | 2               | 4         | 0         | 59          | 8               | 1         |
| 10          | 2               | 4         | 0         | 60          | 8               | 1         |
| 11          | 2               | 3         | 0         | 61          | 8               | 1         |
| 12          | 2               | 3         | 1         | 62          | 9               | 1         |
| 13          | 1               | 2         | 1         | 63          | 9               | 1         |
| 14          | 1               | 2         | 1         | 64          | 9               | 1         |
| 15          | 1               | 2         | 1         | 65          | 9               | 1         |
| 16          | 1               | 1         | 1         | 66          | 10              | 2         |
| 17          | 1               | 1         | 1         | 67          | 10              | 2         |
| 18          | 0               | 1         | 1         | 68          | 10              | 2         |
| 19          | 0               | 0         | 1         | 69          | 10              | 2         |
| 20          | 0               | 0         | 2         | 70          | 10              | 2         |
| 21          | 0               | 0         | 2         | 71          | 10              | 2         |
| 22          | 0               | 0         | 2         | 72          | 10              | 2         |
| 23          | 0               | 0         | 2         | 73          | 10              | 2         |
| 24          | 0               | 0         | 2         | 74          | 10              | 2         |
| 25          | 0               | 0         | 2         | 75          | 10              | 2         |
| 26          | 0               | 0         | 2         | 76          | 10              | 2         |
| 27          | 0               | 0         | 3         | 77          | 10              | 2         |
| 28          | 0               | 0         | 3         | 78          | 10              | 2         |
| 29          | 0               | 0         | 3         | 79          | 10              | 2         |
| 30          | 0               | 0         | 3         | 80          | 10              | 2         |
| 31          | 0               | 0         | 3         | 81          | 10              | 2         |
| 32          | 0               | 1         | 3         | 82          | 10              | 2         |
| 33          | 1               | 1         | 3         | 83          | 10              | 2         |
| 34          | 1               | 1         | 3         | 84          | 10              | 2         |
| 35          | 1               | 2         | 4         | 85          | 9               | 1         |
| 36          | 1               | 2         | 4         | 86          | 9               | 1         |
| 37          | 1               | 2         | 4         | 87          | 9               | 1         |
| 38          | 2               | 3         | 4         | 88          | 9               | 1         |
| 39          | 2               | 3         | 4         | 89          | 8               | 1         |
| 40          | 2               | 4         | 4         | 90          | 8               | 1         |
| 41          | 2               | 4         | 4         | 91          | 8               | 1         |
| 42          | 3               | 5         | 4         | 92          | 8               | 1         |
| 43          | 3               | 6         | 4         | 93          | 7               | 1         |
| 44          | 3               | 6         | 4         | 94          | 7               | 1         |
| 45          | 4               | 7         | 4         | 95          | 7               | 1         |
| 46          | 4               | 7         | 4         | 96          | 6               | 1         |
| 47          | 4               | 8         | 5         | 97          | 6               | 1         |
| 48          | 4               | 9         | 5         | 98          | 6               | 1         |
| 49          | 5               | 9         | 5         | 99          | 5               | 1         |
| 50          | 5               | 10        | 5         | 100         | 5               | 1         |

$\lambda$        $A$   
 Constante    0"005    0.00010    0  
 Summe der    0"400    0.00800    0  
 Constanten

| $1^h$ | $a_2^0$  | $a_1^1$    | $a_2^2$     | $d_2^1$ | $d_2^0$ | $a_3^1$  | $a_3^0$  | $a_3^2$    | $a_3^3$     | $d_3^0$ | $d_3^1$ | $d_3^2$  |
|-------|----------|------------|-------------|---------|---------|----------|----------|------------|-------------|---------|---------|----------|
| 1     | +0.00514 | +0.028 684 | +0.006 4975 | -56     | -0.1243 | +0.00049 | +0.00087 | +0.012 435 | +0.002 976  | -0.163  | -0.0541 | -0.00613 |
| 2     | +0.00519 | +0.028 648 | +0.006 5934 | -57     | -0.1261 | +0.00050 | +0.00086 | +0.012 359 | +0.003 0163 | -0.163  | -0.0549 | -0.00632 |
| 3     | +0.00524 | +0.028 611 | +0.006 6999 | -58     | -0.1280 | +0.00053 | +0.00086 | +0.012 284 | +0.003 0545 | -0.163  | -0.0557 | -0.00651 |
| 4     | +0.00529 | +0.028 573 | +0.006 7899 | -59     | -0.1299 | +0.00053 | +0.00086 | +0.012 224 | +0.003 0922 | -0.163  | -0.0565 | -0.00672 |
| 5     | +0.00534 | +0.028 535 | +0.006 8862 | -60     | -0.1318 | +0.00056 | +0.00085 | +0.012 166 | +0.003 1293 | -0.163  | -0.0573 | -0.00692 |
| 6     | +0.00538 | +0.028 496 | +0.006 9862 | -61     | -0.1336 | +0.00056 | +0.00085 | +0.012 108 | +0.003 1659 | -0.163  | -0.0581 | -0.00712 |
| 7     | +0.00543 | +0.028 457 | +0.007 0776 | -62     | -0.1355 | +0.00059 | +0.00084 | +0.012 046 | +0.003 2020 | -0.163  | -0.0589 | -0.00733 |
| 8     | +0.00548 | +0.028 418 | +0.007 1744 | -63     | -0.1373 | +0.00059 | +0.00084 | +0.011 984 | +0.003 2375 | -0.163  | -0.0597 | -0.00754 |
| 9     | +0.00553 | +0.028 377 | +0.007 2667 | -64     | -0.1392 | +0.00061 | +0.00083 | +0.011 922 | +0.003 2725 | -0.163  | -0.0605 | -0.00775 |
| 10    | +0.00557 | +0.028 337 | +0.007 3604 | -64     | -0.1411 | +0.00062 | +0.00083 | +0.011 860 | +0.003 3069 | -0.161  | -0.0613 | -0.00796 |
| 11    | +0.00562 | +0.028 295 | +0.007 4536 | -64     | -0.1429 | +0.00064 | +0.00083 | +0.011 794 | +0.003 3408 | -0.161  | -0.0620 | -0.00817 |
| 12    | +0.00567 | +0.028 253 | +0.007 5462 | -65     | -0.1448 | +0.00065 | +0.00083 | +0.011 729 | +0.003 3740 | -0.161  | -0.0628 | -0.00839 |
| 13    | +0.00571 | +0.028 211 | +0.007 6383 | -66     | -0.1466 | +0.00067 | +0.00082 | +0.011 663 | +0.003 4067 | -0.161  | -0.0636 | -0.00860 |
| 14    | +0.00576 | +0.028 168 | +0.007 7298 | -67     | -0.1485 | +0.00069 | +0.00082 | +0.011 597 | +0.003 4388 | -0.161  | -0.0643 | -0.00882 |
| 15    | +0.00580 | +0.028 125 | +0.007 8206 | -68     | -0.1503 | +0.00071 | +0.00081 | +0.011 531 | +0.003 4703 | -0.161  | -0.0651 | -0.00905 |
| 16    | +0.00585 | +0.028 081 | +0.007 9108 | -68     | -0.1521 | +0.00073 | +0.00081 | +0.011 465 | +0.003 5013 | -0.160  | -0.0658 | -0.00927 |
| 17    | +0.00589 | +0.028 036 | +0.008 0005 | -69     | -0.1540 | +0.00074 | +0.00081 | +0.011 399 | +0.003 5316 | -0.160  | -0.0665 | -0.00950 |
| 18    | +0.00594 | +0.027 991 | +0.008 0895 | -70     | -0.1558 | +0.00077 | +0.00080 | +0.011 333 | +0.003 5613 | -0.160  | -0.0673 | -0.00972 |
| 19    | +0.00598 | +0.027 946 | +0.008 1780 | -71     | -0.1576 | +0.00078 | +0.00080 | +0.011 267 | +0.003 5904 | -0.160  | -0.0680 | -0.00995 |
| 20    | +0.00603 | +0.027 900 | +0.008 2658 | -71     | -0.1595 | +0.00080 | +0.00079 | +0.011 201 | +0.003 6189 | -0.160  | -0.0687 | -0.01018 |
| 21    | +0.00607 | +0.027 853 | +0.008 3530 | -72     | -0.1613 | +0.00082 | +0.00079 | +0.011 135 | +0.003 6468 | -0.160  | -0.0695 | -0.01041 |
| 22    | +0.00611 | +0.027 808 | +0.008 4395 | -73     | -0.1631 | +0.00084 | +0.00078 | +0.011 069 | +0.003 6740 | -0.159  | -0.0702 | -0.01065 |
| 23    | +0.00616 | +0.027 758 | +0.008 5254 | -74     | -0.1649 | +0.00086 | +0.00078 | +0.010 999 | +0.003 7006 | -0.159  | -0.0709 | -0.01088 |
| 24    | +0.00620 | +0.027 710 | +0.008 6107 | -74     | -0.1667 | +0.00089 | +0.00078 | +0.010 931 | +0.003 7266 | -0.159  | -0.0716 | -0.01112 |
| 25    | +0.00624 | +0.027 661 | +0.008 6953 | -75     | -0.1686 | +0.00091 | +0.00077 | +0.010 861 | +0.003 7520 | -0.159  | -0.0723 | -0.01136 |
| 26    | +0.00628 | +0.027 612 | +0.008 7793 | -76     | -0.1704 | +0.00093 | +0.00077 | +0.010 790 | +0.003 7769 | -0.158  | -0.0730 | -0.01160 |
| 27    | +0.00632 | +0.027 562 | +0.008 8626 | -77     | -0.1722 | +0.00095 | +0.00076 | +0.010 719 | +0.003 8017 | -0.158  | -0.0736 | -0.01184 |
| 28    | +0.00637 | +0.027 511 | +0.008 9452 | -77     | -0.1740 | +0.00098 | +0.00076 | +0.010 648 | +0.003 8241 | -0.158  | -0.0743 | -0.01208 |
| 29    | +0.00641 | +0.027 461 | +0.009 0271 | -78     | -0.1758 | +0.00100 | +0.00076 | +0.010 576 | +0.003 8469 | -0.158  | -0.0750 | -0.01233 |
| 30    | +0.00645 | +0.027 409 | +0.009 1084 | -79     | -0.1776 | +0.00102 | +0.00075 | +0.010 504 | +0.003 8690 | -0.158  | -0.0757 | -0.01257 |
| 31    | +0.00649 | +0.027 357 | +0.009 1889 | -79     | -0.1794 | +0.00105 | +0.00075 | +0.010 431 | +0.003 8904 | -0.158  | -0.0763 | -0.01282 |
| 32    | +0.00653 | +0.027 305 | +0.009 2687 | -80     | -0.1811 | +0.00107 | +0.00074 | +0.010 359 | +0.003 9112 | -0.157  | -0.0770 | -0.01307 |
| 33    | +0.00657 | +0.027 252 | +0.009 3478 | -81     | -0.1829 | +0.00110 | +0.00074 | +0.010 286 | +0.003 9312 | -0.157  | -0.0776 | -0.01331 |
| 34    | +0.00661 | +0.027 198 | +0.009 4262 | -81     | -0.1847 | +0.00112 | +0.00073 | +0.010 213 | +0.003 9507 | -0.157  | -0.0783 | -0.01356 |
| 35    | +0.00664 | +0.027 144 | +0.009 5039 | -82     | -0.1865 | +0.00115 | +0.00073 | +0.010 139 | +0.003 9694 | -0.157  | -0.0789 | -0.01382 |
| 36    | +0.00668 | +0.027 090 | +0.009 5809 | -83     | -0.1883 | +0.00118 | +0.00072 | +0.010 065 | +0.003 9875 | -0.157  | -0.0795 | -0.01407 |
| 37    | +0.00672 | +0.027 035 | +0.009 6572 | -84     | -0.1900 | +0.00120 | +0.00072 | +0.009 990 | +0.004 0048 | -0.156  | -0.0802 | -0.01432 |
| 38    | +0.00676 | +0.026 979 | +0.009 7327 | -84     | -0.1918 | +0.00123 | +0.00071 | +0.009 914 | +0.004 0215 | -0.156  | -0.0808 | -0.01457 |
| 39    | +0.00680 | +0.026 923 | +0.009 8075 | -85     | -0.1936 | +0.00126 | +0.00071 | +0.009 837 | +0.004 0375 | -0.156  | -0.0814 | -0.01483 |
| 40    | +0.00683 | +0.026 867 | +0.009 8815 | -85     | -0.1953 | +0.00129 | +0.00070 | +0.009 760 | +0.004 0528 | -0.156  | -0.0820 | -0.01508 |
| 41    | +0.00687 | +0.026 810 | +0.009 9548 | -86     | -0.1971 | +0.00131 | +0.00070 | +0.009 683 | +0.004 0674 | -0.156  | -0.0826 | -0.01534 |
| 42    | +0.00691 | +0.026 752 | +0.010 0273 | -87     | -0.1988 | +0.00134 | +0.00069 | +0.009 606 | +0.004 0814 | -0.155  | -0.0832 | -0.01559 |
| 43    | +0.00694 | +0.026 694 | +0.010 0990 | -87     | -0.2006 | +0.00137 | +0.00069 | +0.009 529 | +0.004 0946 | -0.155  | -0.0838 | -0.01585 |
| 44    | +0.00698 | +0.026 635 | +0.010 1700 | -88     | -0.2023 | +0.00140 | +0.00068 | +0.009 452 | +0.004 1071 | -0.155  | -0.0844 | -0.01611 |
| 45    | +0.00702 | +0.026 576 | +0.010 2403 | -89     | -0.2041 | +0.00143 | +0.00068 | +0.009 375 | +0.004 1189 | -0.155  | -0.0849 | -0.01636 |
| 46    | +0.00705 | +0.026 517 | +0.010 3095 | -89     | -0.2058 | +0.00146 | +0.00067 | +0.009 298 | +0.004 1300 | -0.154  | -0.0855 | -0.01662 |
| 47    | +0.00708 | +0.026 457 | +0.010 3783 | -90     | -0.2075 | +0.00150 | +0.00067 | +0.009 221 | +0.004 1404 | -0.154  | -0.0861 | -0.01688 |
| 48    | +0.00712 | +0.026 396 | +0.010 4464 | -90     | -0.2093 | +0.00153 | +0.00066 | +0.009 144 | +0.004 1501 | -0.154  | -0.0866 | -0.01714 |
| 49    | +0.00716 | +0.026 335 | +0.010 5134 | -91     | -0.2110 | +0.00156 | +0.00066 | +0.009 067 | +0.004 1591 | -0.154  | -0.0872 | -0.01740 |
| 50    | +0.00720 | +0.026 273 | +0.010 5794 | -91     | -0.2127 | +0.00159 | +0.00065 | +0.008 990 | +0.004 1674 | -0.153  | -0.0877 | -0.01766 |
| 51    | +0.00724 | +0.026 211 | +0.010 6449 | -92     | -0.2144 | +0.00163 | +0.00065 | +0.008 913 | +0.004 1749 | -0.153  | -0.0883 | -0.01792 |
| 52    | +0.00728 | +0.026 148 | +0.010 7095 | -93     | -0.2162 | +0.00166 | +0.00064 | +0.008 836 | +0.004 1817 | -0.153  | -0.0888 | -0.01818 |
| 53    | +0.00732 | +0.026 085 | +0.010 7734 | -93     | -0.2179 | +0.00169 | +0.00064 | +0.008 759 | +0.004 1879 | -0.153  | -0.0893 | -0.01844 |
| 54    | +0.00736 | +0.026 022 | +0.010 8364 | -94     | -0.2196 | +0.00172 | +0.00063 | +0.008 682 | +0.004 1933 | -0.152  | -0.0898 | -0.01870 |
| 55    | +0.00740 | +0.025 958 | +0.010 8986 | -94     | -0.2213 | +0.00176 | +0.00063 | +0.008 605 | +0.004 1980 | -0.152  | -0.0903 | -0.01896 |
| 56    | +0.00744 | +0.025 893 | +0.010 9600 | -95     | -0.2230 | +0.00180 | +0.00062 | +0.008 528 | +0.004 2019 | -0.152  | -0.0908 | -0.01922 |
| 57    | +0.00748 | +0.025 828 | +0.011 0205 | -95     | -0.2247 | +0.00183 | +0.00062 | +0.008 451 | +0.004 2052 | -0.151  | -0.0913 | -0.01948 |
| 58    | +0.00752 | +0.025 762 | +0.011 0802 | -96     | -0.2263 | +0.00187 | +0.00061 | +0.008 374 | +0.004 2077 | -0.151  | -0.0918 | -0.01974 |
| 59    | +0.00756 | +0.025 696 | +0.011 1390 | -96     | -0.2280 | +0.00191 | +0.00061 | +0.008 297 | +0.004 2095 | -0.151  | -0.0923 | -0.02000 |
| 60    | +0.00760 | +0.025 630 | +0.011 1970 | -97     | -0.2297 | +0.00194 | +0.00060 | +0.008 220 | +0.004 2106 | -0.151  | -0.0927 | -0.02025 |
| 61    | +0.00764 | +0.025 563 | +0.011 2541 | -97     | -0.2314 | +0.00198 | +0.00059 | +0.008 143 | +0.004 2109 | -0.150  | -0.0932 | -0.02051 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{60-1850}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.







| $1^h$ | $a_2^0$  | $a_2^1$  | $a_2^2$  | $d_2^0$ | $d_2^1$ | $a_3^0$ | $a_3^1$  | $a_3^2$  | $a_3^3$    | $d_3^0$ | $d_3^1$ | $d_3^2$  |
|-------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|------------|---------|---------|----------|
| 1     | +0.00314 | +0.00284 | +0.00649 | -0.1143 | -0.0136 | +0.0087 | -0.00049 | +0.00145 | +0.0009776 | -0.1163 | -0.0541 | -0.00613 |
| 2     | +0.00319 | +0.00281 | +0.00654 | -0.1161 | -0.0139 | +0.0086 | -0.00050 | +0.00135 | +0.0009163 | -0.1162 | -0.0549 | -0.00632 |
| 3     | +0.00324 | +0.00278 | +0.00659 | -0.1179 | -0.0142 | +0.0085 | -0.00051 | +0.00124 | +0.0008345 | -0.1161 | -0.0557 | -0.00651 |
| 4     | +0.00329 | +0.00275 | +0.00664 | -0.1197 | -0.0145 | +0.0084 | -0.00052 | +0.00113 | +0.0007522 | -0.1160 | -0.0565 | -0.00670 |
| 5     | +0.00334 | +0.00272 | +0.00669 | -0.1215 | -0.0148 | +0.0083 | -0.00053 | +0.00102 | +0.0006700 | -0.1159 | -0.0573 | -0.00689 |
| 6     | +0.00338 | +0.00269 | +0.00674 | -0.1233 | -0.0151 | +0.0082 | -0.00054 | +0.00091 | +0.0005877 | -0.1158 | -0.0581 | -0.00708 |
| 7     | +0.00343 | +0.00266 | +0.00679 | -0.1251 | -0.0154 | +0.0081 | -0.00055 | +0.00080 | +0.0005054 | -0.1157 | -0.0589 | -0.00727 |
| 8     | +0.00348 | +0.00263 | +0.00684 | -0.1269 | -0.0157 | +0.0080 | -0.00056 | +0.00069 | +0.0004231 | -0.1156 | -0.0597 | -0.00746 |
| 9     | +0.00353 | +0.00260 | +0.00689 | -0.1287 | -0.0160 | +0.0079 | -0.00057 | +0.00058 | +0.0003408 | -0.1155 | -0.0605 | -0.00765 |
| 10    | +0.00358 | +0.00257 | +0.00694 | -0.1305 | -0.0163 | +0.0078 | -0.00058 | +0.00047 | +0.0002585 | -0.1154 | -0.0613 | -0.00784 |
| 11    | +0.00363 | +0.00254 | +0.00699 | -0.1323 | -0.0166 | +0.0077 | -0.00059 | +0.00036 | +0.0001762 | -0.1153 | -0.0621 | -0.00803 |
| 12    | +0.00368 | +0.00251 | +0.00704 | -0.1341 | -0.0169 | +0.0076 | -0.00060 | +0.00025 | +0.0000939 | -0.1152 | -0.0629 | -0.00822 |
| 13    | +0.00373 | +0.00248 | +0.00709 | -0.1359 | -0.0172 | +0.0075 | -0.00061 | +0.00014 | +0.0000116 | -0.1151 | -0.0637 | -0.00841 |
| 14    | +0.00378 | +0.00245 | +0.00714 | -0.1377 | -0.0175 | +0.0074 | -0.00062 | +0.00003 | +0.0000293 | -0.1150 | -0.0645 | -0.00860 |
| 15    | +0.00383 | +0.00242 | +0.00719 | -0.1395 | -0.0178 | +0.0073 | -0.00063 | +0.00001 | +0.0000470 | -0.1149 | -0.0653 | -0.00879 |
| 16    | +0.00388 | +0.00239 | +0.00724 | -0.1413 | -0.0181 | +0.0072 | -0.00064 | +0.00000 | +0.0000647 | -0.1148 | -0.0661 | -0.00898 |
| 17    | +0.00393 | +0.00236 | +0.00729 | -0.1431 | -0.0184 | +0.0071 | -0.00065 | +0.00000 | +0.0000824 | -0.1147 | -0.0669 | -0.00917 |
| 18    | +0.00398 | +0.00233 | +0.00734 | -0.1449 | -0.0187 | +0.0070 | -0.00066 | +0.00000 | +0.0001001 | -0.1146 | -0.0677 | -0.00936 |
| 19    | +0.00403 | +0.00230 | +0.00739 | -0.1467 | -0.0190 | +0.0069 | -0.00067 | +0.00000 | +0.0001178 | -0.1145 | -0.0685 | -0.00955 |
| 20    | +0.00408 | +0.00227 | +0.00744 | -0.1485 | -0.0193 | +0.0068 | -0.00068 | +0.00000 | +0.0001355 | -0.1144 | -0.0693 | -0.00974 |
| 21    | +0.00413 | +0.00224 | +0.00749 | -0.1503 | -0.0196 | +0.0067 | -0.00069 | +0.00000 | +0.0001532 | -0.1143 | -0.0701 | -0.00993 |
| 22    | +0.00418 | +0.00221 | +0.00754 | -0.1521 | -0.0199 | +0.0066 | -0.00070 | +0.00000 | +0.0001709 | -0.1142 | -0.0709 | -0.01012 |
| 23    | +0.00423 | +0.00218 | +0.00759 | -0.1539 | -0.0202 | +0.0065 | -0.00071 | +0.00000 | +0.0001886 | -0.1141 | -0.0717 | -0.01031 |
| 24    | +0.00428 | +0.00215 | +0.00764 | -0.1557 | -0.0205 | +0.0064 | -0.00072 | +0.00000 | +0.0002063 | -0.1140 | -0.0725 | -0.01050 |
| 25    | +0.00433 | +0.00212 | +0.00769 | -0.1575 | -0.0208 | +0.0063 | -0.00073 | +0.00000 | +0.0002240 | -0.1139 | -0.0733 | -0.01069 |
| 26    | +0.00438 | +0.00209 | +0.00774 | -0.1593 | -0.0211 | +0.0062 | -0.00074 | +0.00000 | +0.0002417 | -0.1138 | -0.0741 | -0.01088 |
| 27    | +0.00443 | +0.00206 | +0.00779 | -0.1611 | -0.0214 | +0.0061 | -0.00075 | +0.00000 | +0.0002594 | -0.1137 | -0.0749 | -0.01107 |
| 28    | +0.00448 | +0.00203 | +0.00784 | -0.1629 | -0.0217 | +0.0060 | -0.00076 | +0.00000 | +0.0002771 | -0.1136 | -0.0757 | -0.01126 |
| 29    | +0.00453 | +0.00200 | +0.00789 | -0.1647 | -0.0220 | +0.0059 | -0.00077 | +0.00000 | +0.0002948 | -0.1135 | -0.0765 | -0.01145 |
| 30    | +0.00458 | +0.00197 | +0.00794 | -0.1665 | -0.0223 | +0.0058 | -0.00078 | +0.00000 | +0.0003125 | -0.1134 | -0.0773 | -0.01164 |
| 31    | +0.00463 | +0.00194 | +0.00799 | -0.1683 | -0.0226 | +0.0057 | -0.00079 | +0.00000 | +0.0003302 | -0.1133 | -0.0781 | -0.01183 |
| 32    | +0.00468 | +0.00191 | +0.00804 | -0.1701 | -0.0229 | +0.0056 | -0.00080 | +0.00000 | +0.0003479 | -0.1132 | -0.0789 | -0.01202 |
| 33    | +0.00473 | +0.00188 | +0.00809 | -0.1719 | -0.0232 | +0.0055 | -0.00081 | +0.00000 | +0.0003656 | -0.1131 | -0.0797 | -0.01221 |
| 34    | +0.00478 | +0.00185 | +0.00814 | -0.1737 | -0.0235 | +0.0054 | -0.00082 | +0.00000 | +0.0003833 | -0.1130 | -0.0805 | -0.01240 |
| 35    | +0.00483 | +0.00182 | +0.00819 | -0.1755 | -0.0238 | +0.0053 | -0.00083 | +0.00000 | +0.0004010 | -0.1129 | -0.0813 | -0.01259 |
| 36    | +0.00488 | +0.00179 | +0.00824 | -0.1773 | -0.0241 | +0.0052 | -0.00084 | +0.00000 | +0.0004187 | -0.1128 | -0.0821 | -0.01278 |
| 37    | +0.00493 | +0.00176 | +0.00829 | -0.1791 | -0.0244 | +0.0051 | -0.00085 | +0.00000 | +0.0004364 | -0.1127 | -0.0829 | -0.01297 |
| 38    | +0.00498 | +0.00173 | +0.00834 | -0.1809 | -0.0247 | +0.0050 | -0.00086 | +0.00000 | +0.0004541 | -0.1126 | -0.0837 | -0.01316 |
| 39    | +0.00503 | +0.00170 | +0.00839 | -0.1827 | -0.0250 | +0.0049 | -0.00087 | +0.00000 | +0.0004718 | -0.1125 | -0.0845 | -0.01335 |
| 40    | +0.00508 | +0.00167 | +0.00844 | -0.1845 | -0.0253 | +0.0048 | -0.00088 | +0.00000 | +0.0004895 | -0.1124 | -0.0853 | -0.01354 |
| 41    | +0.00513 | +0.00164 | +0.00849 | -0.1863 | -0.0256 | +0.0047 | -0.00089 | +0.00000 | +0.0005072 | -0.1123 | -0.0861 | -0.01373 |
| 42    | +0.00518 | +0.00161 | +0.00854 | -0.1881 | -0.0259 | +0.0046 | -0.00090 | +0.00000 | +0.0005249 | -0.1122 | -0.0869 | -0.01392 |
| 43    | +0.00523 | +0.00158 | +0.00859 | -0.1899 | -0.0262 | +0.0045 | -0.00091 | +0.00000 | +0.0005426 | -0.1121 | -0.0877 | -0.01411 |
| 44    | +0.00528 | +0.00155 | +0.00864 | -0.1917 | -0.0265 | +0.0044 | -0.00092 | +0.00000 | +0.0005603 | -0.1120 | -0.0885 | -0.01430 |
| 45    | +0.00533 | +0.00152 | +0.00869 | -0.1935 | -0.0268 | +0.0043 | -0.00093 | +0.00000 | +0.0005780 | -0.1119 | -0.0893 | -0.01449 |
| 46    | +0.00538 | +0.00149 | +0.00874 | -0.1953 | -0.0271 | +0.0042 | -0.00094 | +0.00000 | +0.0005957 | -0.1118 | -0.0901 | -0.01468 |
| 47    | +0.00543 | +0.00146 | +0.00879 | -0.1971 | -0.0274 | +0.0041 | -0.00095 | +0.00000 | +0.0006134 | -0.1117 | -0.0909 | -0.01487 |
| 48    | +0.00548 | +0.00143 | +0.00884 | -0.1989 | -0.0277 | +0.0040 | -0.00096 | +0.00000 | +0.0006311 | -0.1116 | -0.0917 | -0.01506 |
| 49    | +0.00553 | +0.00140 | +0.00889 | -0.2007 | -0.0280 | +0.0039 | -0.00097 | +0.00000 | +0.0006488 | -0.1115 | -0.0925 | -0.01525 |
| 50    | +0.00558 | +0.00137 | +0.00894 | -0.2025 | -0.0283 | +0.0038 | -0.00098 | +0.00000 | +0.0006665 | -0.1114 | -0.0933 | -0.01544 |
| 51    | +0.00563 | +0.00134 | +0.00899 | -0.2043 | -0.0286 | +0.0037 | -0.00099 | +0.00000 | +0.0006842 | -0.1113 | -0.0941 | -0.01563 |
| 52    | +0.00568 | +0.00131 | +0.00904 | -0.2061 | -0.0289 | +0.0036 | -0.00100 | +0.00000 | +0.0007019 | -0.1112 | -0.0949 | -0.01582 |
| 53    | +0.00573 | +0.00128 | +0.00909 | -0.2079 | -0.0292 | +0.0035 | -0.00101 | +0.00000 | +0.0007196 | -0.1111 | -0.0957 | -0.01601 |
| 54    | +0.00578 | +0.00125 | +0.00914 | -0.2097 | -0.0295 | +0.0034 | -0.00102 | +0.00000 | +0.0007373 | -0.1110 | -0.0965 | -0.01620 |
| 55    | +0.00583 | +0.00122 | +0.00919 | -0.2115 | -0.0298 | +0.0033 | -0.00103 | +0.00000 | +0.0007550 | -0.1109 | -0.0973 | -0.01639 |
| 56    | +0.00588 | +0.00119 | +0.00924 | -0.2133 | -0.0301 | +0.0032 | -0.00104 | +0.00000 | +0.0007727 | -0.1108 | -0.0981 | -0.01658 |
| 57    | +0.00593 | +0.00116 | +0.00929 | -0.2151 | -0.0304 | +0.0031 | -0.00105 | +0.00000 | +0.0007904 | -0.1107 | -0.0989 | -0.01677 |
| 58    | +0.00598 | +0.00113 | +0.00934 | -0.2169 | -0.0307 | +0.0030 | -0.00106 | +0.00000 | +0.0008081 | -0.1106 | -0.0997 | -0.01696 |
| 59    | +0.00603 | +0.00110 | +0.00939 | -0.2187 | -0.0310 | +0.0029 | -0.00107 | +0.00000 | +0.0008258 | -0.1105 | -0.1005 | -0.01715 |
| 60    | +0.00608 | +0.00107 | +0.00944 | -0.2205 | -0.0313 | +0.0028 | -0.00108 | +0.00000 | +0.0008435 | -0.1104 | -0.1013 | -0.01734 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{t_0 - 1850}{100}$  zu multiplizieren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.



Tafel XII.

| 2h | $n_2^0$ | $a_2^i$    | $a_2^j$     | $d_2^0$ | $d_2^i$ | $a_3^0$ | $a_3^i$ | $a_3^j$ | $a_3^k$   | $d_3^0$ | $d_3^i$ | $d_3^j$ |
|----|---------|------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|
| 1  | 0.00754 | 0.0025 563 | 0.0011 2541 | 97      | 0.2314  | 0.00359 | 0.00108 | 1       | 0.007 011 | 0.150   | 0.0932  | 0.00051 |
| 2  | 0.00755 | 0.0025 495 | 0.0011 3104 | 98      | 0.2331  | 0.00350 | 0.00202 | 1       | 0.006 900 | 0.150   | 0.0936  | 0.00077 |
| 3  | 0.00756 | 0.0025 427 | 0.0011 3658 | 98      | 0.2347  | 0.00348 | 0.00206 | 1       | 0.006 789 | 0.150   | 0.0941  | 0.00103 |
| 4  | 0.00757 | 0.0025 358 | 0.0011 4203 | 99      | 0.2364  | 0.00348 | 0.00210 | 1       | 0.006 676 | 0.150   | 0.0945  | 0.00129 |
| 5  | 0.00758 | 0.0025 289 | 0.0011 4740 | 99      | 0.2380  | 0.00348 | 0.00214 | 1       | 0.006 564 | 0.149   | 0.0949  | 0.00154 |
| 6  | 0.00759 | 0.0025 220 | 0.0011 5268 | 100     | 0.2397  | 0.00348 | 0.00218 | 1       | 0.006 451 | 0.149   | 0.0954  | 0.00180 |
| 7  | 0.00760 | 0.0025 150 | 0.0011 5787 | 100     | 0.2413  | 0.00348 | 0.00222 | 1       | 0.006 337 | 0.148   | 0.0958  | 0.00205 |
| 8  | 0.00761 | 0.0025 079 | 0.0011 6297 | 101     | 0.2430  | 0.00348 | 0.00226 | 1       | 0.006 223 | 0.148   | 0.0962  | 0.00231 |
| 9  | 0.00762 | 0.0025 009 | 0.0011 6799 | 101     | 0.2446  | 0.00348 | 0.00230 | 1       | 0.006 108 | 0.148   | 0.0966  | 0.00256 |
| 10 | 0.00763 | 0.0024 937 | 0.0011 7291 | 101     | 0.2463  | 0.00348 | 0.00234 | 1       | 0.005 993 | 0.148   | 0.0970  | 0.00282 |
| 11 | 0.00764 | 0.0024 865 | 0.0011 7775 | 102     | 0.2479  | 0.00348 | 0.00238 | 1       | 0.005 877 | 0.147   | 0.0974  | 0.00307 |
| 12 | 0.00765 | 0.0024 793 | 0.0011 8255 | 102     | 0.2495  | 0.00348 | 0.00242 | 1       | 0.005 761 | 0.147   | 0.0978  | 0.00332 |
| 13 | 0.00766 | 0.0024 720 | 0.0011 8716 | 103     | 0.2512  | 0.00348 | 0.00246 | 1       | 0.005 645 | 0.147   | 0.0982  | 0.00357 |
| 14 | 0.00767 | 0.0024 647 | 0.0011 9173 | 103     | 0.2528  | 0.00348 | 0.00250 | 1       | 0.005 528 | 0.146   | 0.0986  | 0.00382 |
| 15 | 0.00768 | 0.0024 573 | 0.0011 9650 | 103     | 0.2544  | 0.00348 | 0.00254 | 1       | 0.005 411 | 0.146   | 0.0990  | 0.00407 |
| 16 | 0.00769 | 0.0024 499 | 0.0012 0099 | 104     | 0.2560  | 0.00348 | 0.00258 | 1       | 0.005 293 | 0.145   | 0.0994  | 0.00432 |
| 17 | 0.00770 | 0.0024 424 | 0.0012 0488 | 104     | 0.2576  | 0.00348 | 0.00262 | 1       | 0.005 175 | 0.145   | 0.0998  | 0.00456 |
| 18 | 0.00771 | 0.0024 349 | 0.0012 0893 | 105     | 0.2592  | 0.00348 | 0.00266 | 1       | 0.005 056 | 0.145   | 0.1002  | 0.00481 |
| 19 | 0.00772 | 0.0024 273 | 0.0012 1319 | 105     | 0.2608  | 0.00348 | 0.00270 | 1       | 0.004 937 | 0.145   | 0.1006  | 0.00505 |
| 20 | 0.00773 | 0.0024 197 | 0.0012 1751 | 105     | 0.2623  | 0.00348 | 0.00274 | 1       | 0.004 818 | 0.144   | 0.1010  | 0.00529 |
| 21 | 0.00774 | 0.0024 121 | 0.0012 2113 | 106     | 0.2639  | 0.00348 | 0.00278 | 1       | 0.004 699 | 0.144   | 0.1014  | 0.00553 |
| 22 | 0.00775 | 0.0024 044 | 0.0012 2496 | 106     | 0.2655  | 0.00348 | 0.00282 | 1       | 0.004 579 | 0.144   | 0.1018  | 0.00577 |
| 23 | 0.00776 | 0.0023 966 | 0.0012 2870 | 106     | 0.2671  | 0.00348 | 0.00286 | 1       | 0.004 458 | 0.143   | 0.1022  | 0.00601 |
| 24 | 0.00777 | 0.0023 888 | 0.0012 3235 | 107     | 0.2686  | 0.00348 | 0.00290 | 1       | 0.004 338 | 0.143   | 0.1026  | 0.00625 |
| 25 | 0.00778 | 0.0023 810 | 0.0012 3590 | 107     | 0.2702  | 0.00348 | 0.00294 | 1       | 0.004 216 | 0.143   | 0.1030  | 0.00648 |
| 26 | 0.00779 | 0.0023 731 | 0.0012 3936 | 107     | 0.2718  | 0.00348 | 0.00298 | 1       | 0.004 095 | 0.142   | 0.1034  | 0.00672 |
| 27 | 0.00780 | 0.0023 652 | 0.0012 4272 | 107     | 0.2733  | 0.00348 | 0.00302 | 1       | 0.003 973 | 0.142   | 0.1038  | 0.00696 |
| 28 | 0.00781 | 0.0023 572 | 0.0012 4599 | 108     | 0.2749  | 0.00348 | 0.00306 | 1       | 0.003 851 | 0.142   | 0.1042  | 0.00718 |
| 29 | 0.00782 | 0.0023 492 | 0.0012 4916 | 108     | 0.2764  | 0.00348 | 0.00310 | 1       | 0.003 729 | 0.141   | 0.1046  | 0.00741 |
| 30 | 0.00783 | 0.0023 411 | 0.0012 5224 | 108     | 0.2779  | 0.00348 | 0.00314 | 1       | 0.003 607 | 0.141   | 0.1050  | 0.00763 |
| 31 | 0.00784 | 0.0023 330 | 0.0012 5522 | 109     | 0.2795  | 0.00348 | 0.00318 | 1       | 0.003 484 | 0.141   | 0.1054  | 0.00786 |
| 32 | 0.00785 | 0.0023 249 | 0.0012 5811 | 109     | 0.2810  | 0.00348 | 0.00322 | 1       | 0.003 361 | 0.140   | 0.1058  | 0.00808 |
| 33 | 0.00786 | 0.0023 167 | 0.0012 6090 | 109     | 0.2825  | 0.00348 | 0.00326 | 1       | 0.003 238 | 0.140   | 0.1062  | 0.00830 |
| 34 | 0.00787 | 0.0023 084 | 0.0012 6359 | 109     | 0.2840  | 0.00348 | 0.00330 | 1       | 0.003 114 | 0.139   | 0.1066  | 0.00852 |
| 35 | 0.00788 | 0.0022 999 | 0.0012 6619 | 109     | 0.2855  | 0.00348 | 0.00334 | 1       | 0.002 990 | 0.139   | 0.1070  | 0.00874 |
| 36 | 0.00789 | 0.0022 918 | 0.0012 6869 | 110     | 0.2870  | 0.00348 | 0.00338 | 1       | 0.002 866 | 0.138   | 0.1074  | 0.00896 |
| 37 | 0.00790 | 0.0022 835 | 0.0012 7110 | 110     | 0.2885  | 0.00348 | 0.00342 | 1       | 0.002 742 | 0.138   | 0.1078  | 0.00918 |
| 38 | 0.00791 | 0.0022 752 | 0.0012 7341 | 110     | 0.2900  | 0.00348 | 0.00346 | 1       | 0.002 617 | 0.137   | 0.1082  | 0.00940 |
| 39 | 0.00792 | 0.0022 666 | 0.0012 7562 | 110     | 0.2915  | 0.00348 | 0.00350 | 1       | 0.002 493 | 0.137   | 0.1086  | 0.00962 |
| 40 | 0.00793 | 0.0022 581 | 0.0012 7774 | 110     | 0.2930  | 0.00348 | 0.00354 | 1       | 0.002 368 | 0.137   | 0.1090  | 0.00984 |
| 41 | 0.00794 | 0.0022 496 | 0.0012 7976 | 111     | 0.2945  | 0.00348 | 0.00358 | 1       | 0.002 243 | 0.137   | 0.1094  | 0.01006 |
| 42 | 0.00795 | 0.0022 410 | 0.0012 8168 | 111     | 0.2959  | 0.00348 | 0.00362 | 1       | 0.002 118 | 0.136   | 0.1098  | 0.01028 |
| 43 | 0.00796 | 0.0022 323 | 0.0012 8350 | 111     | 0.2974  | 0.00348 | 0.00366 | 1       | 0.001 993 | 0.136   | 0.1102  | 0.01050 |
| 44 | 0.00797 | 0.0022 237 | 0.0012 8522 | 111     | 0.2988  | 0.00348 | 0.00370 | 1       | 0.001 868 | 0.135   | 0.1106  | 0.01072 |
| 45 | 0.00798 | 0.0022 149 | 0.0012 8685 | 111     | 0.3003  | 0.00348 | 0.00374 | 1       | 0.001 742 | 0.135   | 0.1110  | 0.01094 |
| 46 | 0.00799 | 0.0022 062 | 0.0012 8838 | 111     | 0.3017  | 0.00348 | 0.00378 | 1       | 0.001 617 | 0.134   | 0.1114  | 0.01116 |
| 47 | 0.00800 | 0.0021 974 | 0.0012 8981 | 112     | 0.3032  | 0.00348 | 0.00382 | 1       | 0.001 490 | 0.134   | 0.1118  | 0.01138 |
| 48 | 0.00801 | 0.0021 885 | 0.0012 9114 | 112     | 0.3046  | 0.00348 | 0.00386 | 1       | 0.001 365 | 0.133   | 0.1122  | 0.01160 |
| 49 | 0.00802 | 0.0021 797 | 0.0012 9238 | 112     | 0.3061  | 0.00348 | 0.00390 | 1       | 0.001 237 | 0.133   | 0.1126  | 0.01182 |
| 50 | 0.00803 | 0.0021 707 | 0.0012 9351 | 112     | 0.3075  | 0.00348 | 0.00394 | 1       | 0.001 111 | 0.133   | 0.1130  | 0.01204 |
| 51 | 0.00804 | 0.0021 618 | 0.0012 9455 | 112     | 0.3089  | 0.00348 | 0.00398 | 1       | 0.000 985 | 0.132   | 0.1134  | 0.01226 |
| 52 | 0.00805 | 0.0021 528 | 0.0012 9549 | 112     | 0.3103  | 0.00348 | 0.00402 | 1       | 0.000 858 | 0.132   | 0.1138  | 0.01248 |
| 53 | 0.00806 | 0.0021 437 | 0.0012 9633 | 112     | 0.3117  | 0.00348 | 0.00406 | 1       | 0.000 730 | 0.131   | 0.1142  | 0.01270 |
| 54 | 0.00807 | 0.0021 346 | 0.0012 9707 | 112     | 0.3131  | 0.00348 | 0.00410 | 1       | 0.000 603 | 0.131   | 0.1146  | 0.01292 |
| 55 | 0.00808 | 0.0021 255 | 0.0012 9772 | 112     | 0.3145  | 0.00348 | 0.00414 | 1       | 0.000 475 | 0.130   | 0.1150  | 0.01314 |
| 56 | 0.00809 | 0.0021 161 | 0.0012 9827 | 112     | 0.3159  | 0.00348 | 0.00418 | 1       | 0.000 348 | 0.130   | 0.1154  | 0.01336 |
| 57 | 0.00810 | 0.0021 071 | 0.0012 9871 | 112     | 0.3173  | 0.00348 | 0.00422 | 1       | 0.000 220 | 0.129   | 0.1158  | 0.01358 |
| 58 | 0.00811 | 0.0020 979 | 0.0012 9905 | 112     | 0.3187  | 0.00348 | 0.00426 | 1       | 0.000 093 | 0.129   | 0.1162  | 0.01380 |
| 59 | 0.00812 | 0.0020 886 | 0.0012 9930 | 112     | 0.3200  | 0.00348 | 0.00430 | 1       | 0.000 000 | 0.128   | 0.1166  | 0.01402 |
| 60 | 0.00813 | 0.0020 793 | 0.0012 9945 | 112     | 0.3214  | 0.00348 | 0.00434 | 1       | 0.000 000 | 0.128   | 0.1170  | 0.01424 |
| 61 | 0.00814 | 0.0020 699 | 0.0012 9950 | 112     | 0.3227  | 0.00348 | 0.00438 | 1       | 0.000 000 | 0.127   | 0.1174  | 0.01446 |



| $3^h$ | $a_2^c$ | $a_2^1$ | $a_2^2$    | $d_2^c$ | $d_2^1$ | $a_3^c$ | $a_3^1$  | $a_3^2$    | $a_3^3$ | $d_3^c$ | $d_3^1$ | $d_3^2$ |
|-------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|----------|------------|---------|---------|---------|---------|
| 1     | 0.00839 | 0       | 0.0120 609 | 112     | 0.00746 | 0.00033 | 0.000497 | 0.0000 281 | 0       | 0.0128  | 0.01067 | 0.03350 |
| 2     | 0.00839 | 0       | 0.0120 605 | 112     | 0.00831 | 0.00033 | 0.000503 | 0.0000 407 | 0       | 0.127   | 0.1067  | 0.03364 |
| 3     | 0.00839 | 0       | 0.0120 601 | 112     | 0.00916 | 0.00033 | 0.000509 | 0.0000 534 | 0       | 0.127   | 0.1067  | 0.03378 |
| 4     | 0.00839 | 0       | 0.0120 597 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000515 | 0.0000 661 | 0       | 0.126   | 0.1066  | 0.03392 |
| 5     | 0.00838 | 0       | 0.0120 593 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000521 | 0.0000 787 | 0       | 0.126   | 0.1066  | 0.03406 |
| 6     | 0.00838 | 0       | 0.0120 589 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000527 | 0.0000 913 | 0       | 0.125   | 0.1065  | 0.03419 |
| 7     | 0.00838 | 0       | 0.0120 585 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000534 | 0.0001 040 | 0       | 0.125   | 0.1065  | 0.03432 |
| 8     | 0.00837 | 0       | 0.0120 581 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000540 | 0.0001 166 | 0       | 0.124   | 0.1064  | 0.03444 |
| 9     | 0.00837 | 0       | 0.0120 577 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000546 | 0.0001 292 | 0       | 0.124   | 0.1063  | 0.03456 |
| 10    | 0.00837 | 0       | 0.0120 573 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000552 | 0.0001 418 | 0       | 0.123   | 0.1063  | 0.03468 |
| 11    | 0.00837 | 0       | 0.0120 569 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000558 | 0.0001 544 | 0       | 0.123   | 0.1061  | 0.03479 |
| 12    | 0.00836 | 0       | 0.0120 565 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000564 | 0.0001 670 | 0       | 0.122   | 0.1060  | 0.03490 |
| 13    | 0.00836 | 0       | 0.0120 561 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000570 | 0.0001 796 | 0       | 0.122   | 0.1059  | 0.03501 |
| 14    | 0.00836 | 0       | 0.0120 557 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000576 | 0.0001 921 | 0       | 0.121   | 0.1058  | 0.03512 |
| 15    | 0.00835 | 0       | 0.0120 553 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000582 | 0.0002 047 | 0       | 0.121   | 0.1056  | 0.03522 |
| 16    | 0.00835 | 0       | 0.0120 549 | 112     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000588 | 0.0002 172 | 0       | 0.120   | 0.1055  | 0.03531 |
| 17    | 0.00834 | 0       | 0.0120 545 | 111     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000594 | 0.0002 297 | 0       | 0.120   | 0.1054  | 0.03540 |
| 18    | 0.00834 | 0       | 0.0120 541 | 111     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000600 | 0.0002 422 | 0       | 0.119   | 0.1052  | 0.03549 |
| 19    | 0.00834 | 0       | 0.0120 537 | 111     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000606 | 0.0002 547 | 0       | 0.119   | 0.1050  | 0.03558 |
| 20    | 0.00834 | 0       | 0.0120 533 | 111     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000611 | 0.0002 672 | 0       | 0.118   | 0.1049  | 0.03566 |
| 21    | 0.00833 | 0       | 0.0120 529 | 111     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000617 | 0.0002 796 | 0       | 0.118   | 0.1047  | 0.03574 |
| 22    | 0.00833 | 0       | 0.0120 525 | 110     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000623 | 0.0002 920 | 0       | 0.117   | 0.1045  | 0.03581 |
| 23    | 0.00832 | 0       | 0.0120 521 | 110     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000629 | 0.0003 044 | 0       | 0.117   | 0.1043  | 0.03588 |
| 24    | 0.00832 | 0       | 0.0120 517 | 110     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000634 | 0.0003 168 | 0       | 0.116   | 0.1041  | 0.03595 |
| 25    | 0.00832 | 0       | 0.0120 513 | 110     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000640 | 0.0003 292 | 0       | 0.116   | 0.1039  | 0.03602 |
| 26    | 0.00831 | 0       | 0.0120 509 | 110     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000646 | 0.0003 416 | 0       | 0.115   | 0.1037  | 0.03609 |
| 27    | 0.00831 | 0       | 0.0120 505 | 109     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000651 | 0.0003 540 | 0       | 0.114   | 0.1035  | 0.03616 |
| 28    | 0.00831 | 0       | 0.0120 501 | 109     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000656 | 0.0003 664 | 0       | 0.114   | 0.1033  | 0.03622 |
| 29    | 0.00831 | 0       | 0.0120 497 | 109     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000662 | 0.0003 788 | 0       | 0.113   | 0.1032  | 0.03629 |
| 30    | 0.00831 | 0       | 0.0120 493 | 109     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000667 | 0.0003 912 | 0       | 0.113   | 0.1030  | 0.03636 |
| 31    | 0.00830 | 0       | 0.0120 489 | 109     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000673 | 0.0004 036 | 0       | 0.112   | 0.1027  | 0.03643 |
| 32    | 0.00830 | 0       | 0.0120 485 | 108     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000678 | 0.0004 160 | 0       | 0.112   | 0.1025  | 0.03650 |
| 33    | 0.00830 | 0       | 0.0120 481 | 108     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000684 | 0.0004 284 | 0       | 0.111   | 0.1023  | 0.03657 |
| 34    | 0.00830 | 0       | 0.0120 477 | 107     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000689 | 0.0004 408 | 0       | 0.111   | 0.1021  | 0.03664 |
| 35    | 0.00829 | 0       | 0.0120 473 | 107     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000695 | 0.0004 532 | 0       | 0.110   | 0.1019  | 0.03671 |
| 36    | 0.00829 | 0       | 0.0120 469 | 107     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000700 | 0.0004 656 | 0       | 0.110   | 0.1017  | 0.03678 |
| 37    | 0.00829 | 0       | 0.0120 465 | 106     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000706 | 0.0004 780 | 0       | 0.109   | 0.1015  | 0.03685 |
| 38    | 0.00829 | 0       | 0.0120 461 | 106     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000711 | 0.0004 904 | 0       | 0.108   | 0.1013  | 0.03692 |
| 39    | 0.00829 | 0       | 0.0120 457 | 106     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000717 | 0.0005 028 | 0       | 0.107   | 0.1011  | 0.03699 |
| 40    | 0.00829 | 0       | 0.0120 453 | 106     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000722 | 0.0005 152 | 0       | 0.106   | 0.1009  | 0.03706 |
| 41    | 0.00828 | 0       | 0.0120 449 | 105     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000728 | 0.0005 276 | 0       | 0.106   | 0.1007  | 0.03713 |
| 42    | 0.00828 | 0       | 0.0120 445 | 105     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000733 | 0.0005 400 | 0       | 0.105   | 0.1005  | 0.03720 |
| 43    | 0.00828 | 0       | 0.0120 441 | 105     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000739 | 0.0005 524 | 0       | 0.105   | 0.1003  | 0.03727 |
| 44    | 0.00828 | 0       | 0.0120 437 | 104     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000744 | 0.0005 648 | 0       | 0.104   | 0.1001  | 0.03734 |
| 45    | 0.00828 | 0       | 0.0120 433 | 104     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000750 | 0.0005 772 | 0       | 0.104   | 0.0999  | 0.03741 |
| 46    | 0.00827 | 0       | 0.0120 429 | 103     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000755 | 0.0005 896 | 0       | 0.103   | 0.0997  | 0.03748 |
| 47    | 0.00827 | 0       | 0.0120 425 | 103     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000761 | 0.0006 020 | 0       | 0.102   | 0.0995  | 0.03755 |
| 48    | 0.00827 | 0       | 0.0120 421 | 103     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000766 | 0.0006 144 | 0       | 0.101   | 0.0993  | 0.03762 |
| 49    | 0.00827 | 0       | 0.0120 417 | 102     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000772 | 0.0006 268 | 0       | 0.101   | 0.0991  | 0.03769 |
| 50    | 0.00827 | 0       | 0.0120 413 | 102     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000777 | 0.0006 392 | 0       | 0.100   | 0.0989  | 0.03776 |
| 51    | 0.00827 | 0       | 0.0120 409 | 101     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000783 | 0.0006 516 | 0       | 0.100   | 0.0987  | 0.03783 |
| 52    | 0.00827 | 0       | 0.0120 405 | 101     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000788 | 0.0006 640 | 0       | 0.099   | 0.0985  | 0.03790 |
| 53    | 0.00827 | 0       | 0.0120 401 | 101     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000794 | 0.0006 764 | 0       | 0.099   | 0.0983  | 0.03797 |
| 54    | 0.00827 | 0       | 0.0120 397 | 100     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000799 | 0.0006 888 | 0       | 0.098   | 0.0981  | 0.03804 |
| 55    | 0.00827 | 0       | 0.0120 393 | 100     | 0.10002 | 0.00033 | 0.000805 | 0.0007 012 | 0       | 0.097   | 0.0979  | 0.03811 |
| 56    | 0.00827 | 0       | 0.0120 389 | 99      | 0.10002 | 0.00033 | 0.000810 | 0.0007 136 | 0       | 0.097   | 0.0977  | 0.03818 |
| 57    | 0.00827 | 0       | 0.0120 385 | 99      | 0.10002 | 0.00033 | 0.000816 | 0.0007 260 | 0       | 0.096   | 0.0975  | 0.03825 |
| 58    | 0.00827 | 0       | 0.0120 381 | 98      | 0.10002 | 0.00033 | 0.000821 | 0.0007 384 | 0       | 0.095   | 0.0973  | 0.03832 |
| 59    | 0.00827 | 0       | 0.0120 377 | 98      | 0.10002 | 0.00033 | 0.000827 | 0.0007 508 | 0       | 0.094   | 0.0971  | 0.03839 |
| 60    | 0.00827 | 0       | 0.0120 373 | 97      | 0.10002 | 0.00033 | 0.000832 | 0.0007 632 | 0       | 0.094   | 0.0969  | 0.03846 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{t_0 - 1850}{100}$  zu multiplizieren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.



Tafel XII.

| $h$ | $a_2^0$ | $a_2^1$ | $a_2^2$ | $d_2^0$ | $d_2^1$ | $a_3^0$ | $a_3^1$ | $a_3^2$ | $a_3^3$    | $d_3^0$ | $d_3^1$ | $d_3^2$ |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|
| om  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0          | 0       | 0       | 0       |
| 1   | 0.00732 | 0.00442 | 0.00111 | 0.3021  | 0.1469  | 0.00013 | 0.00878 | 0.00749 | 0.00000000 | 0.0994  | 0.0991  | 0.0353  |
| 2   | 0.00749 | 0.00459 | 0.00128 | 0.3030  | 0.1476  | 0.00014 | 0.00884 | 0.00766 | 0.00000551 | 0.0993  | 0.0990  | 0.0354  |
| 3   | 0.00766 | 0.00476 | 0.00145 | 0.3039  | 0.1483  | 0.00015 | 0.00890 | 0.00783 | 0.00001102 | 0.0992  | 0.0989  | 0.0355  |
| 4   | 0.00783 | 0.00493 | 0.00162 | 0.3048  | 0.1490  | 0.00016 | 0.00897 | 0.00801 | 0.00001653 | 0.0991  | 0.0988  | 0.0356  |
| 5   | 0.00800 | 0.00510 | 0.00179 | 0.3057  | 0.1498  | 0.00017 | 0.00903 | 0.00819 | 0.00002204 | 0.0990  | 0.0987  | 0.0357  |
| 6   | 0.00817 | 0.00527 | 0.00196 | 0.3066  | 0.1505  | 0.00018 | 0.00909 | 0.00837 | 0.00002754 | 0.0989  | 0.0986  | 0.0358  |
| 7   | 0.00834 | 0.00544 | 0.00213 | 0.3075  | 0.1513  | 0.00019 | 0.00915 | 0.00855 | 0.00003304 | 0.0988  | 0.0985  | 0.0359  |
| 8   | 0.00851 | 0.00561 | 0.00230 | 0.3084  | 0.1520  | 0.00020 | 0.00921 | 0.00873 | 0.00003854 | 0.0987  | 0.0984  | 0.0360  |
| 9   | 0.00868 | 0.00578 | 0.00247 | 0.3093  | 0.1528  | 0.00021 | 0.00928 | 0.00891 | 0.00004404 | 0.0986  | 0.0983  | 0.0361  |
| 10  | 0.00885 | 0.00595 | 0.00264 | 0.4003  | 0.1536  | 0.00022 | 0.00934 | 0.00909 | 0.00004954 | 0.0985  | 0.0982  | 0.0362  |
| 11  | 0.00902 | 0.00612 | 0.00281 | 0.4012  | 0.1544  | 0.00023 | 0.00940 | 0.00927 | 0.00005504 | 0.0984  | 0.0981  | 0.0363  |
| 12  | 0.00919 | 0.00629 | 0.00298 | 0.4020  | 0.1552  | 0.00024 | 0.00946 | 0.00945 | 0.00006054 | 0.0983  | 0.0980  | 0.0364  |
| 13  | 0.00936 | 0.00646 | 0.00315 | 0.4029  | 0.1560  | 0.00025 | 0.00952 | 0.00963 | 0.00006604 | 0.0982  | 0.0979  | 0.0365  |
| 14  | 0.00953 | 0.00663 | 0.00332 | 0.4037  | 0.1568  | 0.00026 | 0.00958 | 0.00981 | 0.00007154 | 0.0981  | 0.0978  | 0.0366  |
| 15  | 0.00970 | 0.00680 | 0.00349 | 0.4046  | 0.1576  | 0.00027 | 0.00964 | 0.00999 | 0.00007704 | 0.0980  | 0.0977  | 0.0367  |
| 16  | 0.00987 | 0.00697 | 0.00366 | 0.4054  | 0.1584  | 0.00028 | 0.00970 | 0.01017 | 0.00008254 | 0.0979  | 0.0976  | 0.0368  |
| 17  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4063  | 0.1592  | 0.00029 | 0.00976 | 0.01035 | 0.00008804 | 0.0978  | 0.0975  | 0.0369  |
| 18  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4071  | 0.1585  | 0.00029 | 0.00988 | 0.01039 | 0.00009354 | 0.0977  | 0.0974  | 0.0370  |
| 19  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4079  | 0.1588  | 0.00029 | 0.00988 | 0.01039 | 0.00009904 | 0.0976  | 0.0973  | 0.0371  |
| 20  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4087  | 0.1591  | 0.00029 | 0.00994 | 0.01040 | 0.00010454 | 0.0975  | 0.0972  | 0.0372  |
| 21  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4095  | 0.1594  | 0.00029 | 0.00999 | 0.01041 | 0.00011004 | 0.0974  | 0.0971  | 0.0373  |
| 22  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4103  | 0.1597  | 0.00029 | 0.01005 | 0.01042 | 0.00011554 | 0.0973  | 0.0970  | 0.0374  |
| 23  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4111  | 0.1600  | 0.00029 | 0.01011 | 0.01043 | 0.00012104 | 0.0972  | 0.0969  | 0.0375  |
| 24  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4118  | 0.1603  | 0.00029 | 0.01017 | 0.01044 | 0.00012654 | 0.0971  | 0.0968  | 0.0376  |
| 25  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4126  | 0.1606  | 0.00029 | 0.01022 | 0.01045 | 0.00013204 | 0.0970  | 0.0967  | 0.0377  |
| 26  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4133  | 0.1609  | 0.00029 | 0.01028 | 0.01046 | 0.00013754 | 0.0969  | 0.0966  | 0.0378  |
| 27  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4141  | 0.1612  | 0.00029 | 0.01034 | 0.01047 | 0.00014304 | 0.0968  | 0.0965  | 0.0379  |
| 28  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4148  | 0.1615  | 0.00029 | 0.01039 | 0.01048 | 0.00014854 | 0.0967  | 0.0964  | 0.0380  |
| 29  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4156  | 0.1618  | 0.00029 | 0.01045 | 0.01049 | 0.00015404 | 0.0966  | 0.0963  | 0.0381  |
| 30  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4163  | 0.1621  | 0.00029 | 0.01050 | 0.01050 | 0.00015954 | 0.0965  | 0.0962  | 0.0382  |
| 31  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4170  | 0.1624  | 0.00029 | 0.01056 | 0.01051 | 0.00016504 | 0.0964  | 0.0961  | 0.0383  |
| 32  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4177  | 0.1627  | 0.00029 | 0.01061 | 0.01052 | 0.00017054 | 0.0963  | 0.0960  | 0.0384  |
| 33  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4184  | 0.1630  | 0.00029 | 0.01066 | 0.01053 | 0.00017604 | 0.0962  | 0.0959  | 0.0385  |
| 34  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4191  | 0.1633  | 0.00029 | 0.01072 | 0.01054 | 0.00018154 | 0.0961  | 0.0958  | 0.0386  |
| 35  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4198  | 0.1636  | 0.00029 | 0.01077 | 0.01055 | 0.00018704 | 0.0960  | 0.0957  | 0.0387  |
| 36  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4205  | 0.1639  | 0.00029 | 0.01082 | 0.01056 | 0.00019254 | 0.0959  | 0.0956  | 0.0388  |
| 37  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4212  | 0.1642  | 0.00029 | 0.01088 | 0.01057 | 0.00019804 | 0.0958  | 0.0955  | 0.0389  |
| 38  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4218  | 0.1645  | 0.00029 | 0.01093 | 0.01058 | 0.00020354 | 0.0957  | 0.0954  | 0.0390  |
| 39  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4224  | 0.1648  | 0.00029 | 0.01098 | 0.01059 | 0.00020904 | 0.0956  | 0.0953  | 0.0391  |
| 40  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4231  | 0.1651  | 0.00029 | 0.01103 | 0.01060 | 0.00021454 | 0.0955  | 0.0952  | 0.0392  |
| 41  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4237  | 0.1654  | 0.00029 | 0.01108 | 0.01061 | 0.00022004 | 0.0954  | 0.0951  | 0.0393  |
| 42  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4244  | 0.1657  | 0.00029 | 0.01113 | 0.01062 | 0.00022554 | 0.0953  | 0.0950  | 0.0394  |
| 43  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4251  | 0.1660  | 0.00029 | 0.01118 | 0.01063 | 0.00023104 | 0.0952  | 0.0949  | 0.0395  |
| 44  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4258  | 0.1663  | 0.00029 | 0.01123 | 0.01064 | 0.00023654 | 0.0951  | 0.0948  | 0.0396  |
| 45  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4265  | 0.1666  | 0.00029 | 0.01128 | 0.01065 | 0.00024204 | 0.0950  | 0.0947  | 0.0397  |
| 46  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4272  | 0.1669  | 0.00029 | 0.01133 | 0.01066 | 0.00024754 | 0.0949  | 0.0946  | 0.0398  |
| 47  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4279  | 0.1672  | 0.00029 | 0.01137 | 0.01067 | 0.00025304 | 0.0948  | 0.0945  | 0.0399  |
| 48  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4286  | 0.1675  | 0.00029 | 0.01142 | 0.01068 | 0.00025854 | 0.0947  | 0.0944  | 0.0400  |
| 49  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4293  | 0.1678  | 0.00029 | 0.01147 | 0.01069 | 0.00026404 | 0.0946  | 0.0943  | 0.0401  |
| 50  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4299  | 0.1681  | 0.00029 | 0.01151 | 0.01070 | 0.00026954 | 0.0945  | 0.0942  | 0.0402  |
| 51  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4306  | 0.1684  | 0.00029 | 0.01156 | 0.01071 | 0.00027504 | 0.0944  | 0.0941  | 0.0403  |
| 52  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4313  | 0.1687  | 0.00029 | 0.01161 | 0.01072 | 0.00028054 | 0.0943  | 0.0940  | 0.0404  |
| 53  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4320  | 0.1690  | 0.00029 | 0.01166 | 0.01073 | 0.00028604 | 0.0942  | 0.0939  | 0.0405  |
| 54  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4327  | 0.1693  | 0.00029 | 0.01171 | 0.01074 | 0.00029154 | 0.0941  | 0.0938  | 0.0406  |
| 55  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4334  | 0.1696  | 0.00029 | 0.01176 | 0.01075 | 0.00029704 | 0.0940  | 0.0937  | 0.0407  |
| 56  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4341  | 0.1699  | 0.00029 | 0.01181 | 0.01076 | 0.00030254 | 0.0939  | 0.0936  | 0.0408  |
| 57  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4348  | 0.1702  | 0.00029 | 0.01186 | 0.01077 | 0.00030804 | 0.0938  | 0.0935  | 0.0409  |
| 58  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4355  | 0.1705  | 0.00029 | 0.01191 | 0.01078 | 0.00031354 | 0.0937  | 0.0934  | 0.0410  |
| 59  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4362  | 0.1708  | 0.00029 | 0.01196 | 0.01079 | 0.00031904 | 0.0936  | 0.0933  | 0.0411  |
| 60  | 0.00994 | 0.00704 | 0.00383 | 0.4369  | 0.1711  | 0.00029 | 0.01201 | 0.01080 | 0.00032454 | 0.0935  | 0.0932  | 0.0412  |



| $S^h$ | $a_2^0$   | $a_2^1$    | $a_2^2$     | $d_2^0$ | $d_2^1$ | $a_3^0$  | $a_3^1$   | $a_3^2$    | $a_3^3$     | $d_3^0$  | $d_3^1$  | $d_3^2$  |
|-------|-----------|------------|-------------|---------|---------|----------|-----------|------------|-------------|----------|----------|----------|
| 1     | +0.000514 | +0.0007168 | +0.00064975 | -56     | -0.4347 | -0.00039 | -0.001199 | -0.000706  | -0.00049776 | -0.00049 | -0.00505 | -0.00288 |
| 2     | +0.000504 | +0.0006914 | +0.00063990 | -55     | -0.4352 | -0.00039 | -0.001203 | -0.0007166 | -0.00050163 | -0.0048  | -0.00496 | -0.00256 |
| 3     | +0.000499 | +0.0006688 | +0.00063001 | -54     | -0.4357 | -0.00040 | -0.001207 | -0.0007266 | -0.00050545 | -0.0047  | -0.00488 | -0.00224 |
| 4     | +0.000494 | +0.0006466 | +0.00062007 | -53     | -0.4361 | -0.00040 | -0.001211 | -0.0007366 | -0.00050921 | -0.0046  | -0.00480 | -0.00191 |
| 5     | +0.000489 | +0.0006244 | +0.00061008 | -52     | -0.4366 | -0.00040 | -0.001214 | -0.0007466 | -0.00051297 | -0.0045  | -0.00471 | -0.00158 |
| 6     | +0.000484 | +0.0006022 | +0.00060004 | -51     | -0.4370 | -0.00041 | -0.001218 | -0.0007566 | -0.00051673 | -0.0044  | -0.00463 | -0.00125 |
| 7     | +0.000479 | +0.0005800 | +0.00059006 | -50     | -0.4374 | -0.00041 | -0.001222 | -0.0007666 | -0.00052049 | -0.0043  | -0.00454 | -0.00091 |
| 8     | +0.000474 | +0.0005578 | +0.00057984 | -49     | -0.4378 | -0.00041 | -0.001226 | -0.0007766 | -0.00052425 | -0.0042  | -0.00446 | -0.00057 |
| 9     | +0.000469 | +0.0005356 | +0.00056977 | -48     | -0.4382 | -0.00041 | -0.001229 | -0.0007866 | -0.00052801 | -0.0042  | -0.00437 | -0.00023 |
| 10    | +0.000464 | +0.0005134 | +0.00055966 | -47     | -0.4386 | -0.00042 | -0.001233 | -0.0007966 | -0.00053177 | -0.0042  | -0.00428 | -0.00019 |
| 11    | +0.000459 | +0.0004912 | +0.00054950 | -46     | -0.4390 | -0.00042 | -0.001236 | -0.0008066 | -0.00053553 | -0.0041  | -0.00420 | -0.00015 |
| 12    | +0.000454 | +0.0004690 | +0.00053934 | -45     | -0.4394 | -0.00042 | -0.001239 | -0.0008166 | -0.00053929 | -0.0040  | -0.00411 | -0.00011 |
| 13    | +0.000448 | +0.0004468 | +0.00052918 | -44     | -0.4398 | -0.00042 | -0.001242 | -0.0008266 | -0.00054305 | -0.0039  | -0.00402 | -0.00007 |
| 14    | +0.000443 | +0.0004246 | +0.00051902 | -43     | -0.4401 | -0.00042 | -0.001245 | -0.0008366 | -0.00054681 | -0.0038  | -0.00394 | -0.00003 |
| 15    | +0.000438 | +0.0004024 | +0.00050886 | -42     | -0.4405 | -0.00043 | -0.001248 | -0.0008466 | -0.00055057 | -0.0037  | -0.00385 | -0.00000 |
| 16    | +0.000433 | +0.0003802 | +0.00049870 | -41     | -0.4408 | -0.00043 | -0.001251 | -0.0008566 | -0.00055433 | -0.0036  | -0.00376 | -0.00000 |
| 17    | +0.000427 | +0.0003580 | +0.00048854 | -40     | -0.4411 | -0.00043 | -0.001254 | -0.0008666 | -0.00055809 | -0.0035  | -0.00367 | -0.00000 |
| 18    | +0.000422 | +0.0003358 | +0.00047838 | -39     | -0.4414 | -0.00044 | -0.001257 | -0.0008766 | -0.00056185 | -0.0034  | -0.00358 | -0.00000 |
| 19    | +0.000417 | +0.0003136 | +0.00046822 | -38     | -0.4417 | -0.00044 | -0.001260 | -0.0008866 | -0.00056561 | -0.0033  | -0.00349 | -0.00000 |
| 20    | +0.000411 | +0.0002914 | +0.00045806 | -37     | -0.4420 | -0.00044 | -0.001263 | -0.0008966 | -0.00056937 | -0.0032  | -0.00340 | -0.00000 |
| 21    | +0.000406 | +0.0002692 | +0.00044790 | -36     | -0.4423 | -0.00044 | -0.001266 | -0.0009066 | -0.00057313 | -0.0031  | -0.00331 | -0.00000 |
| 22    | +0.000400 | +0.0002470 | +0.00043774 | -35     | -0.4426 | -0.00044 | -0.001269 | -0.0009166 | -0.00057689 | -0.0030  | -0.00322 | -0.00000 |
| 23    | +0.000395 | +0.0002248 | +0.00042758 | -34     | -0.4429 | -0.00044 | -0.001272 | -0.0009266 | -0.00058065 | -0.0029  | -0.00313 | -0.00000 |
| 24    | +0.000389 | +0.0002026 | +0.00041742 | -33     | -0.4432 | -0.00044 | -0.001275 | -0.0009366 | -0.00058441 | -0.0028  | -0.00304 | -0.00000 |
| 25    | +0.000384 | +0.0001804 | +0.00040726 | -32     | -0.4435 | -0.00044 | -0.001278 | -0.0009466 | -0.00058817 | -0.0027  | -0.00295 | -0.00000 |
| 26    | +0.000378 | +0.0001582 | +0.00039710 | -31     | -0.4438 | -0.00044 | -0.001281 | -0.0009566 | -0.00059193 | -0.0026  | -0.00286 | -0.00000 |
| 27    | +0.000373 | +0.0001360 | +0.00038694 | -30     | -0.4441 | -0.00044 | -0.001284 | -0.0009666 | -0.00059569 | -0.0025  | -0.00277 | -0.00000 |
| 28    | +0.000367 | +0.0001138 | +0.00037678 | -29     | -0.4444 | -0.00044 | -0.001287 | -0.0009766 | -0.00059945 | -0.0024  | -0.00268 | -0.00000 |
| 29    | +0.000362 | +0.0000916 | +0.00036662 | -28     | -0.4447 | -0.00044 | -0.001290 | -0.0009866 | -0.00060321 | -0.0023  | -0.00259 | -0.00000 |
| 30    | +0.000357 | +0.0000694 | +0.00035646 | -27     | -0.4450 | -0.00044 | -0.001293 | -0.0009966 | -0.00060697 | -0.0022  | -0.00250 | -0.00000 |
| 31    | +0.000352 | +0.0000472 | +0.00034630 | -26     | -0.4453 | -0.00044 | -0.001296 | -0.0010066 | -0.00061073 | -0.0021  | -0.00241 | -0.00000 |
| 32    | +0.000346 | +0.0000250 | +0.00033614 | -25     | -0.4456 | -0.00044 | -0.001299 | -0.0010166 | -0.00061449 | -0.0020  | -0.00232 | -0.00000 |
| 33    | +0.000341 | +0.0000028 | +0.00032598 | -24     | -0.4459 | -0.00044 | -0.001302 | -0.0010266 | -0.00061825 | -0.0019  | -0.00223 | -0.00000 |
| 34    | +0.000335 | +0.0000000 | +0.00031582 | -23     | -0.4462 | -0.00044 | -0.001305 | -0.0010366 | -0.00062201 | -0.0018  | -0.00214 | -0.00000 |
| 35    | +0.000330 | +0.0000000 | +0.00030566 | -22     | -0.4465 | -0.00044 | -0.001308 | -0.0010466 | -0.00062577 | -0.0017  | -0.00205 | -0.00000 |
| 36    | +0.000324 | +0.0000000 | +0.00029550 | -21     | -0.4468 | -0.00044 | -0.001311 | -0.0010566 | -0.00062953 | -0.0016  | -0.00196 | -0.00000 |
| 37    | +0.000319 | +0.0000000 | +0.00028534 | -20     | -0.4471 | -0.00044 | -0.001314 | -0.0010666 | -0.00063329 | -0.0015  | -0.00187 | -0.00000 |
| 38    | +0.000313 | +0.0000000 | +0.00027518 | -19     | -0.4474 | -0.00044 | -0.001317 | -0.0010766 | -0.00063705 | -0.0014  | -0.00178 | -0.00000 |
| 39    | +0.000308 | +0.0000000 | +0.00026502 | -18     | -0.4477 | -0.00044 | -0.001320 | -0.0010866 | -0.00064081 | -0.0013  | -0.00169 | -0.00000 |
| 40    | +0.000302 | +0.0000000 | +0.00025486 | -17     | -0.4480 | -0.00044 | -0.001323 | -0.0010966 | -0.00064457 | -0.0012  | -0.00160 | -0.00000 |
| 41    | +0.000297 | +0.0000000 | +0.00024470 | -16     | -0.4483 | -0.00044 | -0.001326 | -0.0011066 | -0.00064833 | -0.0011  | -0.00151 | -0.00000 |
| 42    | +0.000291 | +0.0000000 | +0.00023454 | -15     | -0.4486 | -0.00044 | -0.001329 | -0.0011166 | -0.00065209 | -0.0010  | -0.00142 | -0.00000 |
| 43    | +0.000285 | +0.0000000 | +0.00022438 | -14     | -0.4489 | -0.00044 | -0.001332 | -0.0011266 | -0.00065585 | -0.0009  | -0.00133 | -0.00000 |
| 44    | +0.000280 | +0.0000000 | +0.00021422 | -13     | -0.4492 | -0.00044 | -0.001335 | -0.0011366 | -0.00065961 | -0.0008  | -0.00124 | -0.00000 |
| 45    | +0.000274 | +0.0000000 | +0.00020406 | -12     | -0.4495 | -0.00044 | -0.001338 | -0.0011466 | -0.00066337 | -0.0007  | -0.00115 | -0.00000 |
| 46    | +0.000268 | +0.0000000 | +0.00019390 | -11     | -0.4498 | -0.00044 | -0.001341 | -0.0011566 | -0.00066713 | -0.0006  | -0.00106 | -0.00000 |
| 47    | +0.000263 | +0.0000000 | +0.00018374 | -10     | -0.4501 | -0.00044 | -0.001344 | -0.0011666 | -0.00067089 | -0.0005  | -0.00097 | -0.00000 |
| 48    | +0.000257 | +0.0000000 | +0.00017358 | -9      | -0.4504 | -0.00044 | -0.001347 | -0.0011766 | -0.00067465 | -0.0004  | -0.00088 | -0.00000 |
| 49    | +0.000252 | +0.0000000 | +0.00016342 | -8      | -0.4507 | -0.00044 | -0.001350 | -0.0011866 | -0.00067841 | -0.0003  | -0.00079 | -0.00000 |
| 50    | +0.000246 | +0.0000000 | +0.00015326 | -7      | -0.4510 | -0.00044 | -0.001353 | -0.0011966 | -0.00068217 | -0.0002  | -0.00070 | -0.00000 |
| 51    | +0.000240 | +0.0000000 | +0.00014310 | -6      | -0.4513 | -0.00044 | -0.001356 | -0.0012066 | -0.00068593 | -0.0001  | -0.00061 | -0.00000 |
| 52    | +0.000235 | +0.0000000 | +0.00013294 | -5      | -0.4516 | -0.00044 | -0.001359 | -0.0012166 | -0.00068969 | -0.0000  | -0.00052 | -0.00000 |
| 53    | +0.000229 | +0.0000000 | +0.00012278 | -4      | -0.4519 | -0.00044 | -0.001362 | -0.0012266 | -0.00069345 | -0.0000  | -0.00043 | -0.00000 |
| 54    | +0.000223 | +0.0000000 | +0.00011262 | -3      | -0.4522 | -0.00044 | -0.001365 | -0.0012366 | -0.00069721 | -0.0000  | -0.00034 | -0.00000 |
| 55    | +0.000218 | +0.0000000 | +0.00010246 | -2      | -0.4525 | -0.00044 | -0.001368 | -0.0012466 | -0.00070097 | -0.0000  | -0.00025 | -0.00000 |
| 56    | +0.000212 | +0.0000000 | +0.00009230 | -1      | -0.4528 | -0.00044 | -0.001371 | -0.0012566 | -0.00070473 | -0.0000  | -0.00016 | -0.00000 |
| 57    | +0.000206 | +0.0000000 | +0.00008214 | -0      | -0.4531 | -0.00044 | -0.001374 | -0.0012666 | -0.00070849 | -0.0000  | -0.00007 | -0.00000 |
| 58    | +0.000200 | +0.0000000 | +0.00007198 | -0      | -0.4534 | -0.00044 | -0.001377 | -0.0012766 | -0.00071225 | -0.0000  | -0.00000 | -0.00000 |
| 59    | +0.000195 | +0.0000000 | +0.00006182 | -0      | -0.4537 | -0.00044 | -0.001380 | -0.0012866 | -0.00071601 | -0.0000  | -0.00000 | -0.00000 |
| 60    | +0.000189 | +0.0000000 | +0.00005166 | -0      | -0.4540 | -0.00044 | -0.001383 | -0.0012966 | -0.00071977 | -0.0000  | -0.00000 | -0.00000 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{t_0 - 1850}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.



Tafel XII.

| 6h | $a_0^0$   | $a_2^1$    | $a_2^2$     | $d_2^0$  | $d_2^1$  | $a_3^0$  | $a_3^1$  | $a_3^2$    | $a_3^3$    | $d_3^0$ | $d_3^1$  | $d_3^2$  |
|----|-----------|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|------------|------------|---------|----------|----------|
| 0m | +0.000189 | -0.0000378 | 0           | -0.4448  | -0.19493 | -0.00048 | -0.01323 | 0          | -0.0042100 | +0.0002 | +0.0012  | 0        |
| 1  | +0.000184 | -0.0000708 | +0.00001134 | -0.44477 | -0.19492 | -0.00048 | -0.01322 | +0.0004509 | -0.0042106 | +0.0003 | +0.00052 | +0.00000 |
| 2  | +0.000178 | -0.0001338 | +0.0000268  | -0.4447  | -0.19491 | -0.00048 | -0.01322 | -0.004506  | -0.0042106 | +0.0004 | +0.00061 | +0.00083 |
| 3  | +0.000172 | -0.0002069 | +0.00004392 | -0.44476 | -0.19489 | -0.00048 | -0.01322 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0005 | +0.00071 | +0.00124 |
| 4  | +0.000167 | -0.0002800 | +0.00006196 | -0.44475 | -0.19487 | -0.00048 | -0.01322 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0006 | +0.00080 | +0.00165 |
| 5  | +0.000161 | -0.0003531 | +0.00008000 | -0.44474 | -0.19485 | -0.00048 | -0.01321 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0007 | +0.00089 | +0.00206 |
| 6  | +0.000155 | -0.0004262 | +0.00010804 | -0.44474 | -0.19479 | -0.00048 | -0.01321 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0008 | +0.00099 | +0.00247 |
| 7  | +0.000150 | -0.0005000 | +0.00013608 | -0.44473 | -0.19474 | -0.00048 | -0.01320 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0009 | +0.00108 | +0.00288 |
| 8  | +0.000144 | -0.0005731 | +0.00016412 | -0.44472 | -0.19469 | -0.00048 | -0.01319 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0010 | +0.00118 | +0.00329 |
| 9  | +0.000138 | -0.0006462 | +0.00019216 | -0.44471 | -0.19462 | -0.00048 | -0.01318 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0011 | +0.00127 | +0.00370 |
| 10 | +0.000133 | -0.0007193 | +0.00022020 | -0.44470 | -0.19455 | -0.00048 | -0.01318 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0012 | +0.00136 | +0.00411 |
| 11 | +0.000127 | -0.0007924 | +0.00024824 | -0.44469 | -0.19448 | -0.00048 | -0.01317 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0013 | +0.00145 | +0.00452 |
| 12 | +0.000121 | -0.0008655 | +0.00027628 | -0.44468 | -0.19441 | -0.00048 | -0.01316 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0014 | +0.00154 | +0.00493 |
| 13 | +0.000115 | -0.0009386 | +0.00030432 | -0.44467 | -0.19434 | -0.00048 | -0.01315 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0015 | +0.00163 | +0.00534 |
| 14 | +0.000110 | -0.0010117 | +0.00033236 | -0.44466 | -0.19427 | -0.00048 | -0.01314 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0016 | +0.00172 | +0.00575 |
| 15 | +0.000104 | -0.0010848 | +0.00036040 | -0.44465 | -0.19420 | -0.00048 | -0.01313 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0017 | +0.00181 | +0.00616 |
| 16 | +0.000099 | -0.0011579 | +0.00038844 | -0.44464 | -0.19413 | -0.00048 | -0.01312 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0018 | +0.00190 | +0.00657 |
| 17 | +0.000093 | -0.0012310 | +0.00041648 | -0.44463 | -0.19406 | -0.00048 | -0.01311 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0019 | +0.00199 | +0.00698 |
| 18 | +0.000088 | -0.0013041 | +0.00044452 | -0.44462 | -0.19399 | -0.00048 | -0.01310 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0020 | +0.00208 | +0.00739 |
| 19 | +0.000082 | -0.0013772 | +0.00047256 | -0.44461 | -0.19392 | -0.00048 | -0.01309 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0021 | +0.00217 | +0.00780 |
| 20 | +0.000076 | -0.0014503 | +0.00050060 | -0.44460 | -0.19385 | -0.00048 | -0.01308 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0022 | +0.00226 | +0.00821 |
| 21 | +0.000071 | -0.0015234 | +0.00052864 | -0.44459 | -0.19378 | -0.00048 | -0.01307 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0023 | +0.00235 | +0.00862 |
| 22 | +0.000065 | -0.0015965 | +0.00055668 | -0.44458 | -0.19371 | -0.00048 | -0.01306 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0024 | +0.00244 | +0.00903 |
| 23 | +0.000060 | -0.0016696 | +0.00058472 | -0.44457 | -0.19364 | -0.00048 | -0.01305 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0025 | +0.00253 | +0.00944 |
| 24 | +0.000054 | -0.0017427 | +0.00061276 | -0.44456 | -0.19357 | -0.00048 | -0.01304 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0026 | +0.00262 | +0.00985 |
| 25 | +0.000049 | -0.0018158 | +0.00064080 | -0.44455 | -0.19350 | -0.00048 | -0.01303 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0027 | +0.00271 | +0.01026 |
| 26 | +0.000043 | -0.0018889 | +0.00066884 | -0.44454 | -0.19343 | -0.00048 | -0.01302 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0028 | +0.00280 | +0.01067 |
| 27 | +0.000038 | -0.0019620 | +0.00069688 | -0.44453 | -0.19336 | -0.00048 | -0.01301 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0029 | +0.00289 | +0.01108 |
| 28 | +0.000032 | -0.0020351 | +0.00072492 | -0.44452 | -0.19329 | -0.00048 | -0.01300 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0030 | +0.00298 | +0.01149 |
| 29 | +0.000027 | -0.0021082 | +0.00075296 | -0.44451 | -0.19322 | -0.00048 | -0.01299 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0031 | +0.00307 | +0.01190 |
| 30 | +0.000021 | -0.0021813 | +0.00078100 | -0.44450 | -0.19315 | -0.00048 | -0.01298 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0032 | +0.00316 | +0.01231 |
| 31 | +0.000016 | -0.0022544 | +0.00080904 | -0.44449 | -0.19308 | -0.00048 | -0.01297 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0033 | +0.00325 | +0.01272 |
| 32 | +0.000010 | -0.0023275 | +0.00083708 | -0.44448 | -0.19301 | -0.00048 | -0.01296 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0034 | +0.00334 | +0.01313 |
| 33 | +0.000005 | -0.0024006 | +0.00086512 | -0.44447 | -0.19294 | -0.00048 | -0.01295 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0035 | +0.00343 | +0.01354 |
| 34 | +0.000001 | -0.0024737 | +0.00089316 | -0.44446 | -0.19287 | -0.00048 | -0.01294 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0036 | +0.00352 | +0.01395 |
| 35 | -0.000003 | -0.0025468 | +0.00092120 | -0.44445 | -0.19280 | -0.00048 | -0.01293 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0037 | +0.00361 | +0.01436 |
| 36 | -0.000012 | -0.0026199 | +0.00094924 | -0.44444 | -0.19273 | -0.00048 | -0.01292 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0038 | +0.00370 | +0.01477 |
| 37 | -0.000017 | -0.0026930 | +0.00097728 | -0.44443 | -0.19266 | -0.00048 | -0.01291 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0039 | +0.00379 | +0.01518 |
| 38 | -0.000022 | -0.0027661 | +0.00100532 | -0.44442 | -0.19259 | -0.00048 | -0.01290 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0040 | +0.00388 | +0.01559 |
| 39 | -0.000028 | -0.0028392 | +0.00103336 | -0.44441 | -0.19252 | -0.00048 | -0.01289 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0041 | +0.00397 | +0.01600 |
| 40 | -0.000033 | -0.0029123 | +0.00106140 | -0.44440 | -0.19245 | -0.00048 | -0.01288 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0042 | +0.00406 | +0.01641 |
| 41 | -0.000038 | -0.0029854 | +0.00108944 | -0.44439 | -0.19238 | -0.00048 | -0.01287 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0043 | +0.00415 | +0.01682 |
| 42 | -0.000044 | -0.0030585 | +0.00111748 | -0.44438 | -0.19231 | -0.00048 | -0.01286 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0044 | +0.00424 | +0.01723 |
| 43 | -0.000049 | -0.0031316 | +0.00114552 | -0.44437 | -0.19224 | -0.00048 | -0.01285 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0045 | +0.00433 | +0.01764 |
| 44 | -0.000054 | -0.0032047 | +0.00117356 | -0.44436 | -0.19217 | -0.00048 | -0.01284 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0046 | +0.00442 | +0.01805 |
| 45 | -0.000059 | -0.0032778 | +0.00120160 | -0.44435 | -0.19210 | -0.00048 | -0.01283 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0047 | +0.00451 | +0.01846 |
| 46 | -0.000065 | -0.0033509 | +0.00122964 | -0.44434 | -0.19203 | -0.00048 | -0.01282 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0048 | +0.00460 | +0.01887 |
| 47 | -0.000070 | -0.0034240 | +0.00125768 | -0.44433 | -0.19196 | -0.00048 | -0.01281 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0049 | +0.00469 | +0.01928 |
| 48 | -0.000075 | -0.0034971 | +0.00128572 | -0.44432 | -0.19189 | -0.00048 | -0.01280 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0050 | +0.00478 | +0.01969 |
| 49 | -0.000080 | -0.0035702 | +0.00131376 | -0.44431 | -0.19182 | -0.00048 | -0.01279 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0051 | +0.00487 | +0.02010 |
| 50 | -0.000085 | -0.0036433 | +0.00134180 | -0.44430 | -0.19175 | -0.00048 | -0.01278 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0052 | +0.00496 | +0.02051 |
| 51 | -0.000090 | -0.0037164 | +0.00136984 | -0.44429 | -0.19168 | -0.00048 | -0.01277 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0053 | +0.00505 | +0.02092 |
| 52 | -0.000096 | -0.0037895 | +0.00139788 | -0.44428 | -0.19161 | -0.00048 | -0.01276 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0054 | +0.00514 | +0.02133 |
| 53 | -0.000101 | -0.0038626 | +0.00142592 | -0.44427 | -0.19154 | -0.00048 | -0.01275 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0055 | +0.00523 | +0.02174 |
| 54 | -0.000106 | -0.0039357 | +0.00145396 | -0.44426 | -0.19147 | -0.00048 | -0.01274 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0056 | +0.00532 | +0.02215 |
| 55 | -0.000111 | -0.0040088 | +0.00148200 | -0.44425 | -0.19140 | -0.00048 | -0.01273 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0057 | +0.00541 | +0.02256 |
| 56 | -0.000116 | -0.0040819 | +0.00151004 | -0.44424 | -0.19133 | -0.00048 | -0.01272 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0058 | +0.00550 | +0.02297 |
| 57 | -0.000121 | -0.0041550 | +0.00153808 | -0.44423 | -0.19126 | -0.00048 | -0.01271 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0059 | +0.00559 | +0.02338 |
| 58 | -0.000126 | -0.0042281 | +0.00156612 | -0.44422 | -0.19119 | -0.00048 | -0.01270 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0060 | +0.00568 | +0.02379 |
| 59 | -0.000131 | -0.0043012 | +0.00159416 | -0.44421 | -0.19112 | -0.00048 | -0.01269 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0061 | +0.00577 | +0.02420 |
| 60 | -0.000136 | -0.0043743 | +0.00162220 | -0.44420 | -0.19105 | -0.00048 | -0.01268 | -0.004506  | -0.0042077 | +0.0062 | +0.00586 | +0.02461 |



| $\eta^h$ | $a_2^0$ | $a_2^1$ | $a_2^2$ | $d_2^0$ | $d_2^1$ | $a_3^0$ | $a_3^1$ | $a_3^2$ | $a_3^3$ | $d_3^0$ | $d_3^1$ | $d_3^2$ |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1        | 0.00036 | 0.00083 | 0.00066 | 0.4303  | 0.1818  | 0.00038 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 2        | 0.00041 | 0.00089 | 0.00071 | 0.4207  | 0.1844  | 0.00038 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 3        | 0.00045 | 0.00094 | 0.00075 | 0.4100  | 0.1869  | 0.00037 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 4        | 0.00050 | 0.00099 | 0.00080 | 0.4000  | 0.1894  | 0.00037 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 5        | 0.00055 | 0.00104 | 0.00085 | 0.3900  | 0.1919  | 0.00036 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 6        | 0.00060 | 0.00109 | 0.00090 | 0.3800  | 0.1944  | 0.00036 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 7        | 0.00065 | 0.00114 | 0.00095 | 0.3700  | 0.1969  | 0.00035 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 8        | 0.00070 | 0.00119 | 0.00100 | 0.3600  | 0.1994  | 0.00035 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 9        | 0.00075 | 0.00124 | 0.00105 | 0.3500  | 0.2019  | 0.00035 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 10       | 0.00080 | 0.00129 | 0.00110 | 0.3400  | 0.2044  | 0.00034 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 11       | 0.00085 | 0.00134 | 0.00115 | 0.3300  | 0.2069  | 0.00034 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 12       | 0.00090 | 0.00139 | 0.00120 | 0.3200  | 0.2094  | 0.00033 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 13       | 0.00095 | 0.00144 | 0.00125 | 0.3100  | 0.2119  | 0.00033 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 14       | 0.00100 | 0.00149 | 0.00130 | 0.3000  | 0.2144  | 0.00033 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 15       | 0.00105 | 0.00154 | 0.00135 | 0.2900  | 0.2169  | 0.00032 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 16       | 0.00110 | 0.00159 | 0.00140 | 0.2800  | 0.2194  | 0.00032 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 17       | 0.00115 | 0.00164 | 0.00145 | 0.2700  | 0.2219  | 0.00032 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 18       | 0.00120 | 0.00169 | 0.00150 | 0.2600  | 0.2244  | 0.00031 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 19       | 0.00125 | 0.00174 | 0.00155 | 0.2500  | 0.2269  | 0.00031 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 20       | 0.00130 | 0.00179 | 0.00160 | 0.2400  | 0.2294  | 0.00031 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 21       | 0.00135 | 0.00184 | 0.00165 | 0.2300  | 0.2319  | 0.00030 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 22       | 0.00140 | 0.00189 | 0.00170 | 0.2200  | 0.2344  | 0.00030 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 23       | 0.00145 | 0.00194 | 0.00175 | 0.2100  | 0.2369  | 0.00030 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 24       | 0.00150 | 0.00199 | 0.00180 | 0.2000  | 0.2394  | 0.00029 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 25       | 0.00155 | 0.00204 | 0.00185 | 0.1900  | 0.2419  | 0.00029 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 26       | 0.00160 | 0.00209 | 0.00190 | 0.1800  | 0.2444  | 0.00029 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 27       | 0.00165 | 0.00214 | 0.00195 | 0.1700  | 0.2469  | 0.00028 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 28       | 0.00170 | 0.00219 | 0.00200 | 0.1600  | 0.2494  | 0.00028 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 29       | 0.00175 | 0.00224 | 0.00205 | 0.1500  | 0.2519  | 0.00028 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 30       | 0.00180 | 0.00229 | 0.00210 | 0.1400  | 0.2544  | 0.00027 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 31       | 0.00185 | 0.00234 | 0.00215 | 0.1300  | 0.2569  | 0.00027 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 32       | 0.00190 | 0.00239 | 0.00220 | 0.1200  | 0.2594  | 0.00027 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 33       | 0.00195 | 0.00244 | 0.00225 | 0.1100  | 0.2619  | 0.00026 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 34       | 0.00200 | 0.00249 | 0.00230 | 0.1000  | 0.2644  | 0.00026 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 35       | 0.00205 | 0.00254 | 0.00235 | 0.0900  | 0.2669  | 0.00026 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 36       | 0.00210 | 0.00259 | 0.00240 | 0.0800  | 0.2694  | 0.00025 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 37       | 0.00215 | 0.00264 | 0.00245 | 0.0700  | 0.2719  | 0.00025 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 38       | 0.00220 | 0.00269 | 0.00250 | 0.0600  | 0.2744  | 0.00025 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 39       | 0.00225 | 0.00274 | 0.00255 | 0.0500  | 0.2769  | 0.00024 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 40       | 0.00230 | 0.00279 | 0.00260 | 0.0400  | 0.2794  | 0.00024 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 41       | 0.00235 | 0.00284 | 0.00265 | 0.0300  | 0.2819  | 0.00023 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 42       | 0.00240 | 0.00289 | 0.00270 | 0.0200  | 0.2844  | 0.00023 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 43       | 0.00245 | 0.00294 | 0.00275 | 0.0100  | 0.2869  | 0.00023 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 44       | 0.00250 | 0.00299 | 0.00280 | 0.0000  | 0.2894  | 0.00022 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 45       | 0.00255 | 0.00304 | 0.00285 |         | 0.2919  | 0.00022 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 46       | 0.00260 | 0.00309 | 0.00290 |         | 0.2944  | 0.00022 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 47       | 0.00265 | 0.00314 | 0.00295 |         | 0.2969  | 0.00021 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 48       | 0.00270 | 0.00319 | 0.00300 |         | 0.2994  | 0.00021 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 49       | 0.00275 | 0.00324 | 0.00305 |         | 0.3019  | 0.00021 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 50       | 0.00280 | 0.00329 | 0.00310 |         | 0.3044  | 0.00020 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 51       | 0.00285 | 0.00334 | 0.00315 |         | 0.3069  | 0.00020 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 52       | 0.00290 | 0.00339 | 0.00320 |         | 0.3094  | 0.00020 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 53       | 0.00295 | 0.00344 | 0.00325 |         | 0.3119  | 0.00019 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 54       | 0.00300 | 0.00349 | 0.00330 |         | 0.3144  | 0.00019 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 55       | 0.00305 | 0.00354 | 0.00335 |         | 0.3169  | 0.00019 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 56       | 0.00310 | 0.00359 | 0.00340 |         | 0.3194  | 0.00018 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 57       | 0.00315 | 0.00364 | 0.00345 |         | 0.3219  | 0.00018 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 58       | 0.00320 | 0.00369 | 0.00350 |         | 0.3244  | 0.00018 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 59       | 0.00325 | 0.00374 | 0.00355 |         | 0.3269  | 0.00017 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |
| 60       | 0.00330 | 0.00379 | 0.00360 |         | 0.3294  | 0.00017 | 0.00103 | 0.00143 | 0.00097 | 0.0053  | 0.0083  | 0.02288 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{t_0 - 1850}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.



Tafel XII.

| g <sub>h</sub> | a <sub>2</sub> <sup>o</sup> | a <sub>2</sub> <sup>i</sup> | a <sub>2</sub> <sup>o</sup> | d <sub>2</sub> <sup>i</sup> | a <sub>3</sub> <sup>o</sup> | a <sub>3</sub> <sup>i</sup> | a <sub>3</sub> <sup>o</sup> | a <sub>3</sub> <sup>i</sup> | a <sub>3</sub> <sup>o</sup> | a <sub>3</sub> <sup>i</sup> | d <sub>3</sub> <sup>o</sup> | d <sub>3</sub> <sup>i</sup> | d <sub>3</sub> <sup>o</sup> | d <sub>3</sub> <sup>i</sup> |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| dm             | —0.00373                    | —0.015 486                  | —0.011 2541                 | —0.14619                    | —0.0011                     | —0.00866                    | —0.00797                    | —0.007 011                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.007 011                  | —0.007 011                  | —0.007 011                  | —0.007 011                  |
| 1              | —0.00370                    | —0.015 537                  | —0.011 3104                 | —0.14545                    | —0.0010                     | —0.00859                    | —0.00790                    | —0.006 900                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.006 900                  | —0.006 900                  | —0.006 900                  | —0.006 900                  |
| 2              | —0.00367                    | —0.015 648                  | —0.011 3658                 | —0.14471                    | —0.0010                     | —0.00853                    | —0.00783                    | —0.006 780                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.006 780                  | —0.006 780                  | —0.006 780                  | —0.006 780                  |
| 3              | —0.00364                    | —0.015 759                  | —0.011 4203                 | —0.14397                    | —0.0009                     | —0.00847                    | —0.00776                    | —0.006 676                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.006 676                  | —0.006 676                  | —0.006 676                  | —0.006 676                  |
| 4              | —0.00361                    | —0.015 870                  | —0.011 4740                 | —0.14322                    | —0.0008                     | —0.00840                    | —0.00765                    | —0.006 564                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.006 564                  | —0.006 564                  | —0.006 564                  | —0.006 564                  |
| 5              | —0.00358                    | —0.015 980                  | —0.011 5268                 | —0.14246                    | —0.0008                     | —0.00834                    | —0.00757                    | —0.006 451                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.006 451                  | —0.006 451                  | —0.006 451                  | —0.006 451                  |
| 6              | —0.00355                    | —0.016 090                  | —0.011 5787                 | —0.14171                    | —0.0007                     | —0.00827                    | —0.00748                    | —0.006 337                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.006 337                  | —0.006 337                  | —0.006 337                  | —0.006 337                  |
| 7              | —0.00352                    | —0.016 199                  | —0.011 6297                 | —0.14095                    | —0.0007                     | —0.00821                    | —0.00739                    | —0.006 223                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.006 223                  | —0.006 223                  | —0.006 223                  | —0.006 223                  |
| 8              | —0.00349                    | —0.016 309                  | —0.011 6799                 | —0.14019                    | —0.0006                     | —0.00814                    | —0.00730                    | —0.006 108                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.006 108                  | —0.006 108                  | —0.006 108                  | —0.006 108                  |
| 9              | —0.00347                    | —0.016 418                  | —0.011 7291                 | —0.13942                    | —0.0006                     | —0.00808                    | —0.00721                    | —0.005 993                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.005 993                  | —0.005 993                  | —0.005 993                  | —0.005 993                  |
| 10             | —0.00344                    | —0.016 526                  | —0.011 7775                 | —0.13865                    | —0.0005                     | —0.00801                    | —0.00712                    | —0.005 877                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.005 877                  | —0.005 877                  | —0.005 877                  | —0.005 877                  |
| 11             | —0.00342                    | —0.016 635                  | —0.011 8250                 | —0.13788                    | —0.0005                     | —0.00795                    | —0.00703                    | —0.005 761                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.005 761                  | —0.005 761                  | —0.005 761                  | —0.005 761                  |
| 12             | —0.00340                    | —0.016 743                  | —0.011 8716                 | —0.13710                    | —0.0004                     | —0.00788                    | —0.00694                    | —0.005 645                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.005 645                  | —0.005 645                  | —0.005 645                  | —0.005 645                  |
| 13             | —0.00337                    | —0.016 850                  | —0.011 9173                 | —0.13632                    | —0.0004                     | —0.00782                    | —0.00686                    | —0.005 528                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.005 528                  | —0.005 528                  | —0.005 528                  | —0.005 528                  |
| 14             | —0.00335                    | —0.016 958                  | —0.011 9620                 | —0.13554                    | —0.0003                     | —0.00775                    | —0.00678                    | —0.005 411                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.005 411                  | —0.005 411                  | —0.005 411                  | —0.005 411                  |
| 15             | —0.00332                    | —0.017 065                  | —0.012 0050                 | —0.13476                    | —0.0003                     | —0.00769                    | —0.00669                    | —0.005 293                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.005 293                  | —0.005 293                  | —0.005 293                  | —0.005 293                  |
| 16             | —0.00330                    | —0.017 171                  | —0.012 0488                 | —0.13397                    | —0.0002                     | —0.00763                    | —0.00661                    | —0.005 175                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.005 175                  | —0.005 175                  | —0.005 175                  | —0.005 175                  |
| 17             | —0.00328                    | —0.017 278                  | —0.012 0928                 | —0.13318                    | —0.0001                     | —0.00756                    | —0.00653                    | —0.005 058                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.005 058                  | —0.005 058                  | —0.005 058                  | —0.005 058                  |
| 18             | —0.00325                    | —0.017 384                  | —0.012 1310                 | —0.13239                    | —0.0000                     | —0.00749                    | —0.00644                    | —0.004 939                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.004 939                  | —0.004 939                  | —0.004 939                  | —0.004 939                  |
| 19             | —0.00323                    | —0.017 490                  | —0.012 1721                 | —0.13159                    | —0.0000                     | —0.00743                    | —0.00636                    | —0.004 818                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.004 818                  | —0.004 818                  | —0.004 818                  | —0.004 818                  |
| 20             | —0.00321                    | —0.017 595                  | —0.012 2113                 | —0.13080                    | —0.0001                     | —0.00736                    | —0.00627                    | —0.004 699                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.004 699                  | —0.004 699                  | —0.004 699                  | —0.004 699                  |
| 21             | —0.00319                    | —0.017 700                  | —0.012 2506                 | —0.13000                    | —0.0001                     | —0.00730                    | —0.00619                    | —0.004 579                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.004 579                  | —0.004 579                  | —0.004 579                  | —0.004 579                  |
| 22             | —0.00317                    | —0.017 805                  | —0.012 2870                 | —0.12919                    | —0.0002                     | —0.00723                    | —0.00611                    | —0.004 458                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.004 458                  | —0.004 458                  | —0.004 458                  | —0.004 458                  |
| 23             | —0.00315                    | —0.017 909                  | —0.012 3235                 | —0.12839                    | —0.0003                     | —0.00716                    | —0.00603                    | —0.004 338                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.004 338                  | —0.004 338                  | —0.004 338                  | —0.004 338                  |
| 24             | —0.00313                    | —0.018 013                  | —0.012 3590                 | —0.12758                    | —0.0004                     | —0.00710                    | —0.00595                    | —0.004 216                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.004 216                  | —0.004 216                  | —0.004 216                  | —0.004 216                  |
| 25             | —0.00311                    | —0.018 117                  | —0.012 3936                 | —0.12677                    | —0.0004                     | —0.00703                    | —0.00587                    | —0.004 093                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.004 093                  | —0.004 093                  | —0.004 093                  | —0.004 093                  |
| 26             | —0.00309                    | —0.018 220                  | —0.012 4272                 | —0.12596                    | —0.0005                     | —0.00697                    | —0.00579                    | —0.003 973                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.003 973                  | —0.003 973                  | —0.003 973                  | —0.003 973                  |
| 27             | —0.00307                    | —0.018 323                  | —0.012 4599                 | —0.12514                    | —0.0005                     | —0.00690                    | —0.00571                    | —0.003 851                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.003 851                  | —0.003 851                  | —0.003 851                  | —0.003 851                  |
| 28             | —0.00305                    | —0.018 426                  | —0.012 4916                 | —0.12433                    | —0.0006                     | —0.00684                    | —0.00564                    | —0.003 729                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.003 729                  | —0.003 729                  | —0.003 729                  | —0.003 729                  |
| 29             | —0.00303                    | —0.018 528                  | —0.012 5224                 | —0.12351                    | —0.0006                     | —0.00677                    | —0.00556                    | —0.003 607                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.003 607                  | —0.003 607                  | —0.003 607                  | —0.003 607                  |
| 30             | —0.00301                    | —0.018 630                  | —0.012 5522                 | —0.12269                    | —0.0007                     | —0.00670                    | —0.00548                    | —0.003 484                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.003 484                  | —0.003 484                  | —0.003 484                  | —0.003 484                  |
| 31             | —0.00299                    | —0.018 732                  | —0.012 5811                 | —0.12186                    | —0.0008                     | —0.00664                    | —0.00540                    | —0.003 361                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.003 361                  | —0.003 361                  | —0.003 361                  | —0.003 361                  |
| 32             | —0.00297                    | —0.018 833                  | —0.012 6090                 | —0.12104                    | —0.0008                     | —0.00657                    | —0.00532                    | —0.003 238                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.003 238                  | —0.003 238                  | —0.003 238                  | —0.003 238                  |
| 33             | —0.00295                    | —0.018 934                  | —0.012 6359                 | —0.12021                    | —0.0009                     | —0.00650                    | —0.00524                    | —0.003 114                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.003 114                  | —0.003 114                  | —0.003 114                  | —0.003 114                  |
| 34             | —0.00293                    | —0.019 035                  | —0.012 6619                 | —0.11939                    | —0.0010                     | —0.00644                    | —0.00516                    | —0.002 990                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.002 990                  | —0.002 990                  | —0.002 990                  | —0.002 990                  |
| 35             | —0.00291                    | —0.019 135                  | —0.012 6869                 | —0.11856                    | —0.0010                     | —0.00638                    | —0.00508                    | —0.002 866                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.002 866                  | —0.002 866                  | —0.002 866                  | —0.002 866                  |
| 36             | —0.00289                    | —0.019 235                  | —0.012 7110                 | —0.11773                    | —0.0011                     | —0.00631                    | —0.00501                    | —0.002 742                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.002 742                  | —0.002 742                  | —0.002 742                  | —0.002 742                  |
| 37             | —0.00287                    | —0.019 334                  | —0.012 7341                 | —0.11689                    | —0.0011                     | —0.00625                    | —0.00493                    | —0.002 617                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.002 617                  | —0.002 617                  | —0.002 617                  | —0.002 617                  |
| 38             | —0.00285                    | —0.019 433                  | —0.012 7562                 | —0.11606                    | —0.0012                     | —0.00618                    | —0.00485                    | —0.002 493                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.002 493                  | —0.002 493                  | —0.002 493                  | —0.002 493                  |
| 39             | —0.00283                    | —0.019 532                  | —0.012 7774                 | —0.11522                    | —0.0013                     | —0.00612                    | —0.00477                    | —0.002 368                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.002 368                  | —0.002 368                  | —0.002 368                  | —0.002 368                  |
| 40             | —0.00281                    | —0.019 630                  | —0.012 7976                 | —0.11439                    | —0.0013                     | —0.00605                    | —0.00469                    | —0.002 243                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.002 243                  | —0.002 243                  | —0.002 243                  | —0.002 243                  |
| 41             | —0.00279                    | —0.019 728                  | —0.012 8168                 | —0.11355                    | —0.0014                     | —0.00599                    | —0.00461                    | —0.002 118                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.002 118                  | —0.002 118                  | —0.002 118                  | —0.002 118                  |
| 42             | —0.00277                    | —0.019 826                  | —0.012 8350                 | —0.11271                    | —0.0014                     | —0.00592                    | —0.00453                    | —0.001 993                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.001 993                  | —0.001 993                  | —0.001 993                  | —0.001 993                  |
| 43             | —0.00275                    | —0.019 923                  | —0.012 8532                 | —0.11187                    | —0.0015                     | —0.00586                    | —0.00445                    | —0.001 867                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.001 867                  | —0.001 867                  | —0.001 867                  | —0.001 867                  |
| 44             | —0.00273                    | —0.020 020                  | —0.012 8688                 | —0.11103                    | —0.0015                     | —0.00580                    | —0.00437                    | —0.001 741                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.001 741                  | —0.001 741                  | —0.001 741                  | —0.001 741                  |
| 45             | —0.00271                    | —0.020 116                  | —0.012 8838                 | —0.11018                    | —0.0016                     | —0.00573                    | —0.00429                    | —0.001 615                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.001 615                  | —0.001 615                  | —0.001 615                  | —0.001 615                  |
| 46             | —0.00269                    | —0.020 212                  | —0.012 8981                 | —0.10934                    | —0.0017                     | —0.00567                    | —0.00421                    | —0.001 489                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.001 489                  | —0.001 489                  | —0.001 489                  | —0.001 489                  |
| 47             | —0.00267                    | —0.020 308                  | —0.012 9114                 | —0.10849                    | —0.0018                     | —0.00561                    | —0.00413                    | —0.001 363                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.001 363                  | —0.001 363                  | —0.001 363                  | —0.001 363                  |
| 48             | —0.00265                    | —0.020 403                  | —0.012 9238                 | —0.10765                    | —0.0018                     | —0.00554                    | —0.00405                    | —0.001 237                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.001 237                  | —0.001 237                  | —0.001 237                  | —0.001 237                  |
| 49             | —0.00263                    | —0.020 498                  | —0.012 9351                 | —0.10680                    | —0.0019                     | —0.00548                    | —0.00397                    | —0.001 111                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.001 111                  | —0.001 111                  | —0.001 111                  | —0.001 111                  |
| 50             | —0.00261                    | —0.020 593                  | —0.012 9455                 | —0.10596                    | —0.0019                     | —0.00542                    | —0.00389                    | —0.000 985                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.000 985                  | —0.000 985                  | —0.000 985                  | —0.000 985                  |
| 51             | —0.00259                    | —0.020 687                  | —0.012 9549                 | —0.10511                    | —0.0020                     | —0.00535                    | —0.00381                    | —0.000 858                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.000 858                  | —0.000 858                  | —0.000 858                  | —0.000 858                  |
| 52             | —0.00257                    | —0.020 781                  | —0.012 9633                 | —0.10426                    | —0.0021                     | —0.00529                    | —0.00373                    | —0.000 732                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.000 732                  | —0.000 732                  | —0.000 732                  | —0.000 732                  |
| 53             | —0.00255                    | —0.020 874                  | —0.012 9707                 | —0.10341                    | —0.0022                     | —0.00523                    | —0.00365                    | —0.000 605                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.000 605                  | —0.000 605                  | —0.000 605                  | —0.000 605                  |
| 54             | —0.00253                    | —0.020 967                  | —0.012 9779                 | —0.10256                    | —0.0023                     | —0.00517                    | —0.00357                    | —0.000 479                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.000 479                  | —0.000 479                  | —0.000 479                  | —0.000 479                  |
| 55             | —0.00251                    | —0.021 059                  | —0.012 9827                 | —0.10171                    | —0.0023                     | —0.00511                    | —0.00349                    | —0.000 352                  | —0.000 0000                 | —0.000 0000                 | —0.000 352                  | —0.000 352                  | —0.000 352                  | —0.000 352                  |
| 56             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |



| $g^h$ | $a_2$    | $a_2^1$ | $a_2^2$   | $d_2^0$ | $d_2^1$  | $a_3^0$ | $a_3^1$   | $a_3^2$ | $a_3^3$     | $d_3^0$ | $d_3^1$ | $d_3^2$  |
|-------|----------|---------|-----------|---------|----------|---------|-----------|---------|-------------|---------|---------|----------|
| 0m    | —0.00160 | +1      | —0.001516 | +112    | —0.00716 | +8      | —0.00180  | +1      | +0.00029776 | —39     | +0.1109 | +0.03330 |
| 1     | —0.00160 | +1      | —0.001606 | +112    | —0.00661 | +8      | —0.00174  | +1      | +0.000407   | —39     | +0.1109 | +0.03330 |
| 2     | —0.00160 | +1      | —0.001606 | +112    | —0.00576 | +8      | —0.001661 | +1      | +0.000514   | —40     | +0.1108 | +0.03329 |
| 3     | —0.00160 | +1      | —0.001606 | +112    | —0.00491 | +8      | —0.001586 | +1      | +0.000621   | —40     | +0.1108 | +0.03329 |
| 4     | —0.00160 | +1      | —0.001606 | +112    | —0.00406 | +8      | —0.001511 | +1      | +0.000728   | —41     | +0.1107 | +0.03328 |
| 5     | —0.00160 | +1      | —0.001606 | +112    | —0.00321 | +8      | —0.001436 | +1      | +0.000835   | —41     | +0.1107 | +0.03328 |
| 6     | —0.00160 | +1      | —0.001606 | +112    | —0.00236 | +8      | —0.001361 | +1      | +0.000942   | —42     | +0.1106 | +0.03327 |
| 7     | —0.00159 | +1      | —0.001597 | +112    | —0.00151 | +8      | —0.001286 | +1      | +0.001049   | —42     | +0.1106 | +0.03327 |
| 8     | —0.00158 | +1      | —0.001589 | +112    | —0.00066 | +8      | —0.001211 | +1      | +0.001156   | —43     | +0.1105 | +0.03326 |
| 9     | —0.00158 | +1      | —0.001589 | +112    | —0.00081 | +8      | —0.001136 | +1      | +0.001263   | —43     | +0.1104 | +0.03326 |
| 10    | —0.00158 | +1      | —0.001589 | +112    | —0.00096 | +8      | —0.001061 | +1      | +0.001370   | —43     | +0.1103 | +0.03325 |
| 11    | —0.00157 | +1      | —0.001585 | +112    | —0.00011 | +8      | —0.000986 | +1      | +0.001477   | —44     | +0.1102 | +0.03324 |
| 12    | —0.00157 | +1      | —0.001585 | +112    | —0.00026 | +8      | —0.000911 | +1      | +0.001584   | —44     | +0.1101 | +0.03323 |
| 13    | —0.00156 | +1      | —0.001581 | +112    | —0.00041 | +8      | —0.000836 | +1      | +0.001691   | —45     | +0.1100 | +0.03322 |
| 14    | —0.00156 | +1      | —0.001581 | +112    | —0.00056 | +8      | —0.000761 | +1      | +0.001798   | —45     | +0.1099 | +0.03321 |
| 15    | —0.00155 | +1      | —0.001577 | +111    | —0.00071 | +8      | —0.000686 | +1      | +0.001905   | —46     | +0.1097 | +0.03320 |
| 16    | —0.00154 | +1      | —0.001573 | +111    | —0.00086 | +8      | —0.000611 | +1      | +0.002012   | —46     | +0.1097 | +0.03319 |
| 17    | —0.00153 | +1      | —0.001569 | +111    | —0.00101 | +8      | —0.000536 | +1      | +0.002119   | —47     | +0.1094 | +0.03318 |
| 18    | —0.00153 | +1      | —0.001569 | +111    | —0.00116 | +8      | —0.000461 | +1      | +0.002226   | —47     | +0.1093 | +0.03317 |
| 19    | —0.00152 | +1      | —0.001565 | +111    | —0.00131 | +8      | —0.000386 | +1      | +0.002333   | —47     | +0.1091 | +0.03316 |
| 20    | —0.00151 | +1      | —0.001561 | +111    | —0.00146 | +8      | —0.000311 | +1      | +0.002440   | —48     | +0.1089 | +0.03315 |
| 21    | —0.00150 | +1      | —0.001557 | +110    | —0.00161 | +8      | —0.000236 | +1      | +0.002547   | —48     | +0.1087 | +0.03314 |
| 22    | —0.00149 | +1      | —0.001553 | +110    | —0.00176 | +8      | —0.000161 | +1      | +0.002654   | —48     | +0.1085 | +0.03313 |
| 23    | —0.00148 | +1      | —0.001549 | +110    | —0.00191 | +8      | —0.000086 | +1      | +0.002761   | —49     | +0.1083 | +0.03312 |
| 24    | —0.00147 | +1      | —0.001545 | +110    | —0.00206 | +8      | —0.000011 | +1      | +0.002868   | —49     | +0.1081 | +0.03311 |
| 25    | —0.00146 | +1      | —0.001541 | +110    | —0.00221 | +8      | —0.000036 | +1      | +0.002975   | —49     | +0.1079 | +0.03310 |
| 26    | —0.00145 | +1      | —0.001537 | +109    | —0.00236 | +8      | —0.000061 | +1      | +0.003082   | —50     | +0.1077 | +0.03309 |
| 27    | —0.00144 | +1      | —0.001533 | +109    | —0.00251 | +8      | —0.000086 | +1      | +0.003189   | —50     | +0.1074 | +0.03308 |
| 28    | —0.00143 | +1      | —0.001529 | +109    | —0.00266 | +8      | —0.000111 | +1      | +0.003296   | —50     | +0.1072 | +0.03307 |
| 29    | —0.00142 | +1      | —0.001525 | +109    | —0.00281 | +8      | —0.000136 | +1      | +0.003403   | —50     | +0.1069 | +0.03306 |
| 30    | —0.00141 | +1      | —0.001521 | +109    | —0.00296 | +8      | —0.000161 | +1      | +0.003510   | —51     | +0.1067 | +0.03305 |
| 31    | —0.00140 | +1      | —0.001517 | +108    | —0.00311 | +8      | —0.000186 | +1      | +0.003617   | —51     | +0.1064 | +0.03304 |
| 32    | —0.00139 | +1      | —0.001513 | +108    | —0.00326 | +8      | —0.000211 | +1      | +0.003724   | —51     | +0.1061 | +0.03303 |
| 33    | —0.00138 | +1      | —0.001509 | +108    | —0.00341 | +8      | —0.000236 | +1      | +0.003831   | —52     | +0.1058 | +0.03302 |
| 34    | —0.00137 | +1      | —0.001505 | +107    | —0.00356 | +8      | —0.000261 | +1      | +0.003938   | —52     | +0.1056 | +0.03301 |
| 35    | —0.00136 | +1      | —0.001501 | +107    | —0.00371 | +8      | —0.000286 | +1      | +0.004045   | —53     | +0.1053 | +0.03300 |
| 36    | —0.00135 | +1      | —0.001497 | +107    | —0.00386 | +8      | —0.000311 | +1      | +0.004152   | —53     | +0.1050 | +0.03299 |
| 37    | —0.00134 | +1      | —0.001493 | +107    | —0.00401 | +8      | —0.000336 | +1      | +0.004259   | —54     | +0.1047 | +0.03298 |
| 38    | —0.00133 | +1      | —0.001489 | +106    | —0.00416 | +8      | —0.000361 | +1      | +0.004366   | —54     | +0.1044 | +0.03297 |
| 39    | —0.00132 | +1      | —0.001485 | +106    | —0.00431 | +8      | —0.000386 | +1      | +0.004473   | —54     | +0.1041 | +0.03296 |
| 40    | —0.00131 | +1      | —0.001481 | +106    | —0.00446 | +8      | —0.000411 | +1      | +0.004580   | —55     | +0.1036 | +0.03295 |
| 41    | —0.00130 | +1      | —0.001477 | +105    | —0.00461 | +8      | —0.000436 | +1      | +0.004687   | —55     | +0.1033 | +0.03294 |
| 42    | —0.00129 | +1      | —0.001473 | +105    | —0.00476 | +8      | —0.000461 | +1      | +0.004794   | —55     | +0.1030 | +0.03293 |
| 43    | —0.00128 | +1      | —0.001469 | +105    | —0.00491 | +8      | —0.000486 | +1      | +0.004901   | —56     | +0.1026 | +0.03292 |
| 44    | —0.00127 | +1      | —0.001465 | +104    | —0.00506 | +8      | —0.000511 | +1      | +0.005008   | —56     | +0.1023 | +0.03291 |
| 45    | —0.00126 | +1      | —0.001461 | +104    | —0.00521 | +8      | —0.000536 | +1      | +0.005115   | —57     | +0.1019 | +0.03290 |
| 46    | —0.00125 | +1      | —0.001457 | +104    | —0.00536 | +8      | —0.000561 | +1      | +0.005222   | —57     | +0.1016 | +0.03289 |
| 47    | —0.00124 | +1      | —0.001453 | +103    | —0.00551 | +8      | —0.000586 | +1      | +0.005329   | —58     | +0.1011 | +0.03288 |
| 48    | —0.00123 | +1      | —0.001449 | +103    | —0.00566 | +8      | —0.000611 | +1      | +0.005436   | —58     | +0.1007 | +0.03287 |
| 49    | —0.00122 | +1      | —0.001445 | +102    | —0.00581 | +8      | —0.000636 | +1      | +0.005543   | —59     | +0.1003 | +0.03286 |
| 50    | —0.00121 | +1      | —0.001441 | +102    | —0.00596 | +8      | —0.000661 | +1      | +0.005650   | —59     | +0.0998 | +0.03285 |
| 51    | —0.00120 | +1      | —0.001437 | +102    | —0.00611 | +8      | —0.000686 | +1      | +0.005757   | —60     | +0.0994 | +0.03284 |
| 52    | —0.00119 | +1      | —0.001433 | +101    | —0.00626 | +8      | —0.000711 | +1      | +0.005864   | —60     | +0.0990 | +0.03283 |
| 53    | —0.00118 | +1      | —0.001429 | +101    | —0.00641 | +8      | —0.000736 | +1      | +0.005971   | —61     | +0.0986 | +0.03282 |
| 54    | —0.00117 | +1      | —0.001425 | +100    | —0.00656 | +8      | —0.000761 | +1      | +0.006078   | —61     | +0.0981 | +0.03281 |
| 55    | —0.00116 | +1      | —0.001421 | +100    | —0.00671 | +8      | —0.000786 | +1      | +0.006185   | —62     | +0.0977 | +0.03280 |
| 56    | —0.00115 | +1      | —0.001417 | +99     | —0.00686 | +8      | —0.000811 | +1      | +0.006292   | —62     | +0.0972 | +0.03279 |
| 57    | —0.00114 | +1      | —0.001413 | +99     | —0.00701 | +8      | —0.000836 | +1      | +0.006399   | —63     | +0.0967 | +0.03278 |
| 58    | —0.00113 | +1      | —0.001409 | +98     | —0.00716 | +8      | —0.000861 | +1      | +0.006506   | —63     | +0.0963 | +0.03277 |
| 59    | —0.00112 | +1      | —0.001405 | +98     | —0.00731 | +8      | —0.000886 | +1      | +0.006613   | —64     | +0.0958 | +0.03276 |
| 60    | —0.00111 | +1      | —0.001401 | +97     | —0.00746 | +8      | —0.000911 | +1      | +0.006720   | —64     | +0.0953 | +0.03275 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{t_0 - 1850}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.



Tafel XII.

| $\text{Ioh}$ | $a_2^0$    | $a_2^1$    | $a_2^2$    | $d_2^1$    | $a_3^0$    | $a_3^1$    | $a_3^2$    | $a_3^3$    | $d_3^0$    | $d_3^1$    | $d_3^2$    |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| $0^m$        | $-0.00373$ | $-0.00614$ | $-0.00919$ | $-0.01304$ | $-0.01769$ | $-0.02304$ | $-0.02899$ | $-0.03544$ | $-0.04239$ | $-0.04984$ | $-0.05779$ |
| 1            | $-0.00372$ | $-0.00603$ | $-0.00908$ | $-0.01293$ | $-0.01758$ | $-0.02293$ | $-0.02888$ | $-0.03533$ | $-0.04228$ | $-0.04973$ | $-0.05768$ |
| 2            | $-0.00371$ | $-0.00592$ | $-0.00897$ | $-0.01282$ | $-0.01747$ | $-0.02282$ | $-0.02877$ | $-0.03522$ | $-0.04217$ | $-0.04962$ | $-0.05757$ |
| 3            | $-0.00370$ | $-0.00581$ | $-0.00886$ | $-0.01271$ | $-0.01736$ | $-0.02271$ | $-0.02866$ | $-0.03511$ | $-0.04206$ | $-0.04951$ | $-0.05746$ |
| 4            | $-0.00369$ | $-0.00570$ | $-0.00875$ | $-0.01260$ | $-0.01725$ | $-0.02260$ | $-0.02855$ | $-0.03500$ | $-0.04195$ | $-0.04940$ | $-0.05735$ |
| 5            | $-0.00368$ | $-0.00559$ | $-0.00864$ | $-0.01249$ | $-0.01714$ | $-0.02249$ | $-0.02844$ | $-0.03489$ | $-0.04184$ | $-0.04929$ | $-0.05724$ |
| 6            | $-0.00367$ | $-0.00548$ | $-0.00853$ | $-0.01238$ | $-0.01703$ | $-0.02238$ | $-0.02833$ | $-0.03478$ | $-0.04173$ | $-0.04918$ | $-0.05713$ |
| 7            | $-0.00366$ | $-0.00537$ | $-0.00842$ | $-0.01227$ | $-0.01692$ | $-0.02227$ | $-0.02822$ | $-0.03467$ | $-0.04162$ | $-0.04907$ | $-0.05702$ |
| 8            | $-0.00365$ | $-0.00526$ | $-0.00831$ | $-0.01216$ | $-0.01681$ | $-0.02216$ | $-0.02811$ | $-0.03456$ | $-0.04151$ | $-0.04896$ | $-0.05691$ |
| 9            | $-0.00364$ | $-0.00515$ | $-0.00820$ | $-0.01205$ | $-0.01670$ | $-0.02205$ | $-0.02800$ | $-0.03445$ | $-0.04140$ | $-0.04885$ | $-0.05680$ |
| 10           | $-0.00363$ | $-0.00504$ | $-0.00809$ | $-0.01194$ | $-0.01659$ | $-0.02194$ | $-0.02789$ | $-0.03434$ | $-0.04129$ | $-0.04874$ | $-0.05669$ |
| 11           | $-0.00362$ | $-0.00493$ | $-0.00798$ | $-0.01183$ | $-0.01648$ | $-0.02183$ | $-0.02778$ | $-0.03423$ | $-0.04118$ | $-0.04863$ | $-0.05658$ |
| 12           | $-0.00361$ | $-0.00482$ | $-0.00787$ | $-0.01172$ | $-0.01637$ | $-0.02172$ | $-0.02767$ | $-0.03412$ | $-0.04107$ | $-0.04852$ | $-0.05647$ |
| 13           | $-0.00360$ | $-0.00471$ | $-0.00776$ | $-0.01161$ | $-0.01626$ | $-0.02161$ | $-0.02756$ | $-0.03401$ | $-0.04096$ | $-0.04841$ | $-0.05636$ |
| 14           | $-0.00359$ | $-0.00460$ | $-0.00765$ | $-0.01150$ | $-0.01615$ | $-0.02150$ | $-0.02745$ | $-0.03390$ | $-0.04085$ | $-0.04830$ | $-0.05625$ |
| 15           | $-0.00358$ | $-0.00449$ | $-0.00754$ | $-0.01139$ | $-0.01604$ | $-0.02139$ | $-0.02734$ | $-0.03379$ | $-0.04074$ | $-0.04819$ | $-0.05614$ |
| 16           | $-0.00357$ | $-0.00438$ | $-0.00743$ | $-0.01128$ | $-0.01593$ | $-0.02128$ | $-0.02723$ | $-0.03368$ | $-0.04063$ | $-0.04808$ | $-0.05603$ |
| 17           | $-0.00356$ | $-0.00427$ | $-0.00732$ | $-0.01117$ | $-0.01582$ | $-0.02117$ | $-0.02712$ | $-0.03357$ | $-0.04052$ | $-0.04797$ | $-0.05592$ |
| 18           | $-0.00355$ | $-0.00416$ | $-0.00721$ | $-0.01106$ | $-0.01571$ | $-0.02106$ | $-0.02701$ | $-0.03346$ | $-0.04041$ | $-0.04786$ | $-0.05581$ |
| 19           | $-0.00354$ | $-0.00405$ | $-0.00710$ | $-0.01095$ | $-0.01560$ | $-0.02095$ | $-0.02690$ | $-0.03335$ | $-0.04030$ | $-0.04775$ | $-0.05570$ |
| 20           | $-0.00353$ | $-0.00394$ | $-0.00699$ | $-0.01084$ | $-0.01549$ | $-0.02084$ | $-0.02679$ | $-0.03324$ | $-0.04019$ | $-0.04764$ | $-0.05559$ |
| 21           | $-0.00352$ | $-0.00383$ | $-0.00688$ | $-0.01073$ | $-0.01538$ | $-0.02073$ | $-0.02668$ | $-0.03313$ | $-0.04008$ | $-0.04753$ | $-0.05548$ |
| 22           | $-0.00351$ | $-0.00372$ | $-0.00677$ | $-0.01062$ | $-0.01527$ | $-0.02062$ | $-0.02657$ | $-0.03302$ | $-0.03997$ | $-0.04742$ | $-0.05537$ |
| 23           | $-0.00350$ | $-0.00361$ | $-0.00666$ | $-0.01051$ | $-0.01516$ | $-0.02051$ | $-0.02646$ | $-0.03291$ | $-0.03986$ | $-0.04731$ | $-0.05526$ |
| 24           | $-0.00349$ | $-0.00350$ | $-0.00655$ | $-0.01040$ | $-0.01505$ | $-0.02040$ | $-0.02635$ | $-0.03280$ | $-0.03975$ | $-0.04720$ | $-0.05515$ |
| 25           | $-0.00348$ | $-0.00339$ | $-0.00644$ | $-0.01029$ | $-0.01494$ | $-0.02029$ | $-0.02624$ | $-0.03269$ | $-0.03964$ | $-0.04709$ | $-0.05504$ |
| 26           | $-0.00347$ | $-0.00328$ | $-0.00633$ | $-0.01018$ | $-0.01483$ | $-0.02018$ | $-0.02613$ | $-0.03258$ | $-0.03953$ | $-0.04698$ | $-0.05493$ |
| 27           | $-0.00346$ | $-0.00317$ | $-0.00622$ | $-0.01007$ | $-0.01472$ | $-0.02007$ | $-0.02602$ | $-0.03247$ | $-0.03942$ | $-0.04687$ | $-0.05482$ |
| 28           | $-0.00345$ | $-0.00306$ | $-0.00611$ | $-0.00996$ | $-0.01461$ | $-0.01996$ | $-0.02591$ | $-0.03236$ | $-0.03931$ | $-0.04676$ | $-0.05471$ |
| 29           | $-0.00344$ | $-0.00295$ | $-0.00600$ | $-0.00985$ | $-0.01450$ | $-0.01985$ | $-0.02580$ | $-0.03225$ | $-0.03920$ | $-0.04665$ | $-0.05460$ |
| 30           | $-0.00343$ | $-0.00284$ | $-0.00589$ | $-0.00974$ | $-0.01439$ | $-0.01974$ | $-0.02569$ | $-0.03214$ | $-0.03909$ | $-0.04654$ | $-0.05449$ |
| 31           | $-0.00342$ | $-0.00273$ | $-0.00578$ | $-0.00963$ | $-0.01428$ | $-0.01963$ | $-0.02558$ | $-0.03203$ | $-0.03898$ | $-0.04643$ | $-0.05438$ |
| 32           | $-0.00341$ | $-0.00262$ | $-0.00567$ | $-0.00952$ | $-0.01417$ | $-0.01952$ | $-0.02547$ | $-0.03192$ | $-0.03887$ | $-0.04632$ | $-0.05427$ |
| 33           | $-0.00340$ | $-0.00251$ | $-0.00556$ | $-0.00941$ | $-0.01406$ | $-0.01941$ | $-0.02536$ | $-0.03181$ | $-0.03876$ | $-0.04621$ | $-0.05416$ |
| 34           | $-0.00339$ | $-0.00240$ | $-0.00545$ | $-0.00930$ | $-0.01395$ | $-0.01930$ | $-0.02525$ | $-0.03170$ | $-0.03865$ | $-0.04610$ | $-0.05405$ |
| 35           | $-0.00338$ | $-0.00229$ | $-0.00534$ | $-0.00919$ | $-0.01384$ | $-0.01919$ | $-0.02514$ | $-0.03159$ | $-0.03854$ | $-0.04599$ | $-0.05394$ |
| 36           | $-0.00337$ | $-0.00218$ | $-0.00523$ | $-0.00908$ | $-0.01373$ | $-0.01908$ | $-0.02503$ | $-0.03148$ | $-0.03843$ | $-0.04588$ | $-0.05383$ |
| 37           | $-0.00336$ | $-0.00207$ | $-0.00512$ | $-0.00897$ | $-0.01362$ | $-0.01897$ | $-0.02492$ | $-0.03137$ | $-0.03832$ | $-0.04577$ | $-0.05372$ |
| 38           | $-0.00335$ | $-0.00196$ | $-0.00501$ | $-0.00886$ | $-0.01351$ | $-0.01886$ | $-0.02481$ | $-0.03126$ | $-0.03821$ | $-0.04566$ | $-0.05361$ |
| 39           | $-0.00334$ | $-0.00185$ | $-0.00490$ | $-0.00875$ | $-0.01340$ | $-0.01875$ | $-0.02470$ | $-0.03115$ | $-0.03810$ | $-0.04555$ | $-0.05350$ |
| 40           | $-0.00333$ | $-0.00174$ | $-0.00479$ | $-0.00864$ | $-0.01329$ | $-0.01864$ | $-0.02459$ | $-0.03104$ | $-0.03799$ | $-0.04544$ | $-0.05339$ |
| 41           | $-0.00332$ | $-0.00163$ | $-0.00468$ | $-0.00853$ | $-0.01318$ | $-0.01853$ | $-0.02448$ | $-0.03093$ | $-0.03788$ | $-0.04533$ | $-0.05328$ |
| 42           | $-0.00331$ | $-0.00152$ | $-0.00457$ | $-0.00842$ | $-0.01307$ | $-0.01842$ | $-0.02437$ | $-0.03082$ | $-0.03777$ | $-0.04522$ | $-0.05317$ |
| 43           | $-0.00330$ | $-0.00141$ | $-0.00446$ | $-0.00831$ | $-0.01296$ | $-0.01831$ | $-0.02426$ | $-0.03071$ | $-0.03766$ | $-0.04511$ | $-0.05306$ |
| 44           | $-0.00329$ | $-0.00130$ | $-0.00435$ | $-0.00820$ | $-0.01285$ | $-0.01820$ | $-0.02415$ | $-0.03060$ | $-0.03755$ | $-0.04500$ | $-0.05295$ |
| 45           | $-0.00328$ | $-0.00119$ | $-0.00424$ | $-0.00809$ | $-0.01274$ | $-0.01809$ | $-0.02404$ | $-0.03049$ | $-0.03744$ | $-0.04489$ | $-0.05284$ |
| 46           | $-0.00327$ | $-0.00108$ | $-0.00413$ | $-0.00798$ | $-0.01263$ | $-0.01798$ | $-0.02393$ | $-0.03038$ | $-0.03733$ | $-0.04478$ | $-0.05273$ |
| 47           | $-0.00326$ | $-0.00097$ | $-0.00402$ | $-0.00787$ | $-0.01252$ | $-0.01787$ | $-0.02382$ | $-0.03027$ | $-0.03722$ | $-0.04467$ | $-0.05262$ |
| 48           | $-0.00325$ | $-0.00086$ | $-0.00391$ | $-0.00776$ | $-0.01241$ | $-0.01776$ | $-0.02371$ | $-0.03016$ | $-0.03711$ | $-0.04456$ | $-0.05251$ |
| 49           | $-0.00324$ | $-0.00075$ | $-0.00380$ | $-0.00765$ | $-0.01230$ | $-0.01765$ | $-0.02360$ | $-0.03005$ | $-0.03700$ | $-0.04445$ | $-0.05240$ |
| 50           | $-0.00323$ | $-0.00064$ | $-0.00369$ | $-0.00754$ | $-0.01219$ | $-0.01754$ | $-0.02349$ | $-0.02994$ | $-0.03689$ | $-0.04434$ | $-0.05229$ |
| 51           | $-0.00322$ | $-0.00053$ | $-0.00358$ | $-0.00743$ | $-0.01208$ | $-0.01743$ | $-0.02338$ | $-0.02983$ | $-0.03678$ | $-0.04423$ | $-0.05218$ |
| 52           | $-0.00321$ | $-0.00042$ | $-0.00347$ | $-0.00732$ | $-0.01197$ | $-0.01732$ | $-0.02327$ | $-0.02972$ | $-0.03667$ | $-0.04412$ | $-0.05207$ |
| 53           | $-0.00320$ | $-0.00031$ | $-0.00336$ | $-0.00721$ | $-0.01186$ | $-0.01721$ | $-0.02316$ | $-0.02961$ | $-0.03656$ | $-0.04401$ | $-0.05196$ |
| 54           | $-0.00319$ | $-0.00020$ | $-0.00325$ | $-0.00710$ | $-0.01175$ | $-0.01710$ | $-0.02305$ | $-0.02950$ | $-0.03645$ | $-0.04390$ | $-0.05185$ |
| 55           | $-0.00318$ | $-0.00009$ | $-0.00314$ | $-0.00699$ | $-0.01164$ | $-0.01699$ | $-0.02294$ | $-0.02939$ | $-0.03634$ | $-0.04379$ | $-0.05174$ |
| 56           | $-0.00317$ | $-0.00000$ | $-0.00303$ | $-0.00688$ | $-0.01153$ | $-0.01688$ | $-0.02283$ | $-0.02928$ | $-0.03623$ | $-0.04368$ | $-0.05163$ |
| 57           | $-0.00316$ | $-0.00000$ | $-0.00292$ | $-0.00677$ | $-0.01142$ | $-0.01677$ | $-0.02272$ | $-0.02917$ | $-0.03612$ | $-0.04357$ | $-0.05152$ |
| 58           | $-0.00315$ | $-0.00000$ | $-0.00281$ | $-0.00666$ | $-0.01131$ | $-0.01666$ | $-0.02261$ | $-0.02906$ | $-0.03601$ | $-0.04346$ | $-0.05141$ |
| 59           | $-0.00314$ | $-0.00000$ | $-0.00270$ | $-0.00655$ | $-0.01120$ | $-0.01655$ | $-0.02250$ | $-0.02895$ | $-0.03590$ | $-0.04335$ | $-0.05130$ |
| 60           | $-0.00313$ | $-0.00000$ | $-0.00259$ | $-0.00644$ | $-0.01109$ | $-0.01644$ | $-0.02239$ | $-0.02884$ | $-0.03579$ | $-0.04324$ | $-0.05119$ |

Oppolzer, Bahnbestimmungen. 1. 2. Auflage.

81

[illegible]



| $13^h$         | $a_2^0$  | $a_2^1$   | $a_2^2$  | $d_2^1$ | $d_2^2$ | $a_3^0$  | $a_3^1$  | $a_3^2$   | $a_3^3$    | $d_3^1$ | $d_3^2$ | $d_3^3$ | $a_4^0$  |
|----------------|----------|-----------|----------|---------|---------|----------|----------|-----------|------------|---------|---------|---------|----------|
| 0 <sup>m</sup> | 0.000314 | -0.000284 | 0.000647 | -0.0136 | -0.0136 | 0.000887 | 0.000049 | 0.0112435 | 0.00039776 | 0.01163 | 0.01163 | 0.01163 | 0.000041 |
| 1              | 0.000510 | -0.000618 | 0.000659 | -0.0139 | -0.0139 | 0.000886 | 0.000030 | 0.0101339 | 0.00030163 | 0.01013 | 0.01013 | 0.01013 | 0.000032 |
| 2              | 0.000524 | -0.000611 | 0.000690 | -0.0140 | -0.0140 | 0.000886 | 0.000032 | 0.0101201 | 0.00030545 | 0.01012 | 0.01012 | 0.01012 | 0.000032 |
| 3              | 0.000530 | -0.000613 | 0.000709 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000033 | 0.0101024 | 0.00030922 | 0.01010 | 0.01010 | 0.01010 | 0.000032 |
| 4              | 0.000534 | -0.000615 | 0.000726 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000034 | 0.0100836 | 0.00031293 | 0.01008 | 0.01008 | 0.01008 | 0.000032 |
| 5              | 0.000538 | -0.000616 | 0.000742 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000035 | 0.0100648 | 0.00031659 | 0.01006 | 0.01006 | 0.01006 | 0.000032 |
| 6              | 0.000543 | -0.000617 | 0.000757 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000036 | 0.0100460 | 0.00032020 | 0.01004 | 0.01004 | 0.01004 | 0.000032 |
| 7              | 0.000548 | -0.000618 | 0.000771 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000037 | 0.0100272 | 0.00032375 | 0.01002 | 0.01002 | 0.01002 | 0.000032 |
| 8              | 0.000553 | -0.000619 | 0.000786 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000038 | 0.0100084 | 0.00032725 | 0.01000 | 0.01000 | 0.01000 | 0.000032 |
| 9              | 0.000557 | -0.000620 | 0.000800 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000039 | 0.0099896 | 0.00033069 | 0.00998 | 0.00998 | 0.00998 | 0.000032 |
| 10             | 0.000562 | -0.000621 | 0.000814 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000040 | 0.0099708 | 0.00033408 | 0.00997 | 0.00997 | 0.00997 | 0.000032 |
| 11             | 0.000567 | -0.000622 | 0.000828 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000041 | 0.0099520 | 0.00033740 | 0.00995 | 0.00995 | 0.00995 | 0.000032 |
| 12             | 0.000571 | -0.000623 | 0.000842 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000042 | 0.0099332 | 0.00034068 | 0.00993 | 0.00993 | 0.00993 | 0.000032 |
| 13             | 0.000576 | -0.000624 | 0.000856 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000043 | 0.0099144 | 0.00034388 | 0.00991 | 0.00991 | 0.00991 | 0.000032 |
| 14             | 0.000580 | -0.000625 | 0.000870 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000044 | 0.0098956 | 0.00034703 | 0.00989 | 0.00989 | 0.00989 | 0.000032 |
| 15             | 0.000585 | -0.000626 | 0.000884 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000045 | 0.0098768 | 0.00035015 | 0.00987 | 0.00987 | 0.00987 | 0.000032 |
| 16             | 0.000589 | -0.000627 | 0.000898 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000046 | 0.0098580 | 0.00035316 | 0.00985 | 0.00985 | 0.00985 | 0.000032 |
| 17             | 0.000594 | -0.000628 | 0.000912 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000047 | 0.0098392 | 0.00035613 | 0.00983 | 0.00983 | 0.00983 | 0.000032 |
| 18             | 0.000598 | -0.000629 | 0.000926 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000048 | 0.0098204 | 0.00035904 | 0.00982 | 0.00982 | 0.00982 | 0.000032 |
| 19             | 0.000603 | -0.000630 | 0.000940 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000049 | 0.0098016 | 0.00036189 | 0.00980 | 0.00980 | 0.00980 | 0.000032 |
| 20             | 0.000607 | -0.000631 | 0.000954 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000050 | 0.0097828 | 0.00036468 | 0.00978 | 0.00978 | 0.00978 | 0.000032 |
| 21             | 0.000611 | -0.000632 | 0.000968 | -0.0141 | -0.0141 | 0.000886 | 0.000051 | 0.0097640 | 0.00036740 | 0.00976 | 0.00976 | 0.00976 | 0.000032 |
|                |          |           |          |         |         |          |          |           |            |         |         |         |          |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{\% - 100}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

| $14^h$ | $u_2^c$   | $a_2^c$     | $d_2^c$ | $d_1^c$ | $a_3^c$   | $u_3^c$ | $a_3^c$   | $a_3^c$ | $d_3^c$   | $d_3^c$  |
|--------|-----------|-------------|---------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|
| cm     | $0.00732$ | $0.0112541$ | $97$    | $0$     | $0.00873$ | $+$     | $0.00108$ | $+$     | $0.00092$ | $0.0032$ |
| 1      | $0.00755$ | $0.0113103$ | $98$    | $0$     | $0.00947$ | $+$     | $0.00092$ | $+$     | $0.00092$ | $0.0036$ |
| 2      | $0.00780$ | $0.0113058$ | $99$    | $0$     | $0.00971$ | $+$     | $0.00092$ | $+$     | $0.00092$ | $0.0041$ |
| 3      | $0.00805$ | $0.0114293$ | $99$    | $0$     | $0.00996$ | $+$     | $0.00110$ | $+$     | $0.00110$ | $0.0045$ |
| 4      | $0.00830$ | $0.0114740$ | $99$    | $0$     | $0.01021$ | $+$     | $0.00118$ | $+$     | $0.00118$ | $0.0049$ |
| 5      | $0.00855$ | $0.0115588$ | $100$   | $0$     | $0.01046$ | $+$     | $0.00126$ | $+$     | $0.00126$ | $0.0053$ |
| 6      | $0.00880$ | $0.0115978$ | $100$   | $0$     | $0.01071$ | $+$     | $0.00134$ | $+$     | $0.00134$ | $0.0057$ |
| 7      | $0.00905$ | $0.0116397$ | $101$   | $0$     | $0.01096$ | $+$     | $0.00142$ | $+$     | $0.00142$ | $0.0061$ |
| 8      | $0.00930$ | $0.0116799$ | $101$   | $0$     | $0.01121$ | $+$     | $0.00150$ | $+$     | $0.00150$ | $0.0065$ |
| 9      | $0.00955$ | $0.0117191$ | $101$   | $0$     | $0.01146$ | $+$     | $0.00158$ | $+$     | $0.00158$ | $0.0069$ |
| 10     | $0.00978$ | $0.0117775$ | $102$   | $0$     | $0.01171$ | $+$     | $0.00166$ | $+$     | $0.00166$ | $0.0073$ |
| 11     | $0.00981$ | $0.0118250$ | $102$   | $0$     | $0.01196$ | $+$     | $0.00174$ | $+$     | $0.00174$ | $0.0077$ |
| 12     | $0.00983$ | $0.0118716$ | $103$   | $0$     | $0.01221$ | $+$     | $0.00182$ | $+$     | $0.00182$ | $0.0081$ |
| 13     | $0.00985$ | $0.0119325$ | $103$   | $0$     | $0.01246$ | $+$     | $0.00190$ | $+$     | $0.00190$ | $0.0085$ |
| 14     | $0.00987$ | $0.0119938$ | $103$   | $0$     | $0.01271$ | $+$     | $0.00198$ | $+$     | $0.00198$ | $0.0089$ |
| 15     | $0.00990$ | $0.0120548$ | $104$   | $0$     | $0.01296$ | $+$     | $0.00206$ | $+$     | $0.00206$ | $0.0093$ |
| 16     | $0.00994$ | $0.0121158$ | $104$   | $0$     | $0.01321$ | $+$     | $0.00214$ | $+$     | $0.00214$ | $0.0097$ |
| 17     | $0.00997$ | $0.0121768$ | $105$   | $0$     | $0.01346$ | $+$     | $0.00222$ | $+$     | $0.00222$ | $0.0101$ |
| 18     | $0.00999$ | $0.0122378$ | $105$   | $0$     | $0.01371$ | $+$     | $0.00230$ | $+$     | $0.00230$ | $0.0105$ |
| 19     | $0.01000$ | $0.0122988$ | $105$   | $0$     | $0.01396$ | $+$     | $0.00238$ | $+$     | $0.00238$ | $0.0109$ |
| 20     | $0.01002$ | $0.0123598$ | $106$   | $0$     | $0.01421$ | $+$     | $0.00246$ | $+$     | $0.00246$ | $0.0113$ |
| 21     | $0.01004$ | $0.0124208$ | $106$   | $0$     | $0.01446$ | $+$     | $0.00254$ | $+$     | $0.00254$ | $0.0117$ |
| 22     | $0.01006$ | $0.0124818$ | $106$   | $0$     | $0.01471$ | $+$     | $0.00262$ | $+$     | $0.00262$ | $0.0121$ |
| 23     | $0.01008$ | $0.0125428$ | $107$   | $0$     | $0.01496$ | $+$     | $0.00270$ | $+$     | $0.00270$ | $0.0125$ |
| 24     | $0.01010$ | $0.0126038$ | $107$   | $0$     | $0.01521$ | $+$     | $0.00278$ | $+$     | $0.00278$ | $0.0129$ |
| 25     | $0.01012$ | $0.0126648$ | $107$   | $0$     | $0.01546$ | $+$     | $0.00286$ | $+$     | $0.00286$ | $0.0133$ |
| 26     | $0.01014$ | $0.0127258$ | $107$   | $0$     | $0.01571$ | $+$     | $0.00294$ | $+$     | $0.00294$ | $0.0137$ |
| 27     | $0.01016$ | $0.0127868$ | $108$   | $0$     | $0.01596$ | $+$     | $0.00302$ | $+$     | $0.00302$ | $0.0141$ |
| 28     | $0.01018$ | $0.0128478$ | $108$   | $0$     | $0.01621$ | $+$     | $0.00310$ | $+$     | $0.00310$ | $0.0145$ |
| 29     | $0.01020$ | $0.0129088$ | $108$   | $0$     | $0.01646$ | $+$     | $0.00318$ | $+$     | $0.00318$ | $0.0149$ |
| 30     | $0.01022$ | $0.0129698$ | $109$   | $0$     | $0.01671$ | $+$     | $0.00326$ | $+$     | $0.00326$ | $0.0153$ |
| 31     | $0.01024$ | $0.0130308$ | $109$   | $0$     | $0.01696$ | $+$     | $0.00334$ | $+$     | $0.00334$ | $0.0157$ |
| 32     | $0.01026$ | $0.0130918$ | $109$   | $0$     | $0.01721$ | $+$     | $0.00342$ | $+$     | $0.00342$ | $0.0161$ |
| 33     | $0.01028$ | $0.0131528$ | $110$   | $0$     | $0.01746$ | $+$     | $0.00350$ | $+$     | $0.00350$ | $0.0165$ |
| 34     | $0.01030$ | $0.0132138$ | $110$   | $0$     | $0.01771$ | $+$     | $0.00358$ | $+$     | $0.00358$ | $0.0169$ |
| 35     | $0.01032$ | $0.0132748$ | $110$   | $0$     | $0.01796$ | $+$     | $0.00366$ | $+$     | $0.00366$ | $0.0173$ |
| 36     | $0.01034$ | $0.0133358$ | $111$   | $0$     | $0.01821$ | $+$     | $0.00374$ | $+$     | $0.00374$ | $0.0177$ |
| 37     | $0.01036$ | $0.0133968$ | $111$   | $0$     | $0.01846$ | $+$     | $0.00382$ | $+$     | $0.00382$ | $0.0181$ |
| 38     | $0.01038$ | $0.0134578$ | $111$   | $0$     | $0.01871$ | $+$     | $0.00390$ | $+$     | $0.00390$ | $0.0185$ |
| 39     | $0.01040$ | $0.0135188$ | $111$   | $0$     | $0.01896$ | $+$     | $0.00398$ | $+$     | $0.00398$ | $0.0189$ |
| 40     | $0.01042$ | $0.0135798$ | $111$   | $0$     | $0.01921$ | $+$     | $0.00406$ | $+$     | $0.00406$ | $0.0193$ |
| 41     | $0.01044$ | $0.0136408$ | $111$   | $0$     | $0.01946$ | $+$     | $0.00414$ | $+$     | $0.00414$ | $0.0197$ |
| 42     | $0.01046$ | $0.0137018$ | $111$   | $0$     | $0.01971$ | $+$     | $0.00422$ | $+$     | $0.00422$ | $0.0201$ |
| 43     | $0.01048$ | $0.0137628$ | $111$   | $0$     | $0.01996$ | $+$     | $0.00430$ | $+$     | $0.00430$ | $0.0205$ |
| 44     | $0.01050$ | $0.0138238$ | $111$   | $0$     | $0.02021$ | $+$     | $0.00438$ | $+$     | $0.00438$ | $0.0209$ |
| 45     | $0.01052$ | $0.0138848$ | $111$   | $0$     | $0.02046$ | $+$     | $0.00446$ | $+$     | $0.00446$ | $0.0213$ |
| 46     | $0.01054$ | $0.0139458$ | $112$   | $0$     | $0.02071$ | $+$     | $0.00454$ | $+$     | $0.00454$ | $0.0217$ |
| 47     | $0.01056$ | $0.0140068$ | $112$   | $0$     | $0.02096$ | $+$     | $0.00462$ | $+$     | $0.00462$ | $0.0221$ |
| 48     | $0.01058$ | $0.0140678$ | $112$   | $0$     | $0.02121$ | $+$     | $0.00470$ | $+$     | $0.00470$ | $0.0225$ |
| 49     | $0.01060$ | $0.0141288$ | $112$   | $0$     | $0.02146$ | $+$     | $0.00478$ | $+$     | $0.00478$ | $0.0229$ |
| 50     | $0.01062$ | $0.0141898$ | $112$   | $0$     | $0.02171$ | $+$     | $0.00486$ | $+$     | $0.00486$ | $0.0233$ |
| 51     | $0.01064$ | $0.0142508$ | $112$   | $0$     | $0.02196$ | $+$     | $0.00494$ | $+$     | $0.00494$ | $0.0237$ |
| 52     | $0.01066$ | $0.0143118$ | $112$   | $0$     | $0.02221$ | $+$     | $0.00502$ | $+$     | $0.00502$ | $0.0241$ |
| 53     | $0.01068$ | $0.0143728$ | $112$   | $0$     | $0.02246$ | $+$     | $0.00510$ | $+$     | $0.00510$ | $0.0245$ |
| 54     | $0.01070$ | $0.0144338$ | $112$   | $0$     | $0.02271$ | $+$     | $0.00518$ | $+$     | $0.00518$ | $0.0249$ |
| 55     | $0.01072$ | $0.0144948$ | $112$   | $0$     | $0.02296$ | $+$     | $0.00526$ | $+$     | $0.00526$ | $0.0253$ |
| 56     | $0.01074$ | $0.0145558$ | $112$   | $0$     | $0.02321$ | $+$     | $0.00534$ | $+$     | $0.00534$ | $0.0257$ |
| 57     | $0.01076$ | $0.0146168$ | $112$   | $0$     | $0.02346$ | $+$     | $0.00542$ | $+$     | $0.00542$ | $0.0261$ |
| 58     | $0.01078$ | $0.0146778$ | $112$   | $0$     | $0.02371$ | $+$     | $0.00550$ | $+$     | $0.00550$ | $0.0265$ |
| 59     | $0.01080$ | $0.0147388$ | $112$   | $0$     | $0.02396$ | $+$     | $0.00558$ | $+$     | $0.00558$ | $0.0269$ |
| 60     | $0.01082$ | $0.0147998$ | $112$   | $0$     | $0.02421$ | $+$     | $0.00566$ | $+$     | $0.00566$ | $0.0273$ |

[illegible]

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{t_0 - 1850}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.





| $17^h$          | $a_2^0$ | $a_2$     | $a_2^1$ | $d_2^0$ | $d_2^1$ | $a_3^0$ | $a_3^1$ | $a_3^2$   | $u_3$ | $d_3^0$ | $d_3^1$ | $d_3^2$ |
|-----------------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-------|---------|---------|---------|
| 0 <sup>00</sup> | 0.00014 | 0.0007168 | 1       | 56      | 0.4347  | 1       | 1       | 0.012 706 | 3     | 0.049   | 0.0505  | 0.0288  |
| 1               | 0.00039 | 0.000914  | 1       | 55      | 0.4359  | 1       | +       | 0.012 766 | 3     | 0.048   | 0.0496  | 0.0295  |
| 2               | 0.00054 | 0.000914  | 1       | 54      | 0.4357  | 1       | +       | 0.012 846 | 3     | 0.047   | 0.0486  | 0.0304  |
| 3               | 0.00069 | 0.000988  | 1       | 53      | 0.4357  | 1       | 0       | 0.012 885 | 3     | 0.046   | 0.0480  | 0.0311  |
| 4               | 0.00084 | 0.000986  | 1       | 52      | 0.4366  | 1       | 0       | 0.012 943 | 3     | 0.045   | 0.0471  | 0.0318  |
| 5               | 0.00099 | 0.000986  | 1       | 51      | 0.4370  | 1       | 0       | 0.012 960 | 3     | 0.044   | 0.0463  | 0.0325  |
| 6               | 0.00114 | 0.000986  | 1       | 50      | 0.4374  | 1       | 0       | 0.012 955 | 3     | 0.043   | 0.0454  | 0.0332  |
| 7               | 0.00129 | 0.000979  | 1       | 49      | 0.4378  | 1       | 0       | 0.013 110 | 3     | 0.042   | 0.0449  | 0.0339  |
| 8               | 0.00144 | 0.000979  | 1       | 48      | 0.4382  | 1       | 0       | 0.013 164 | 3     | 0.041   | 0.0437  | 0.0346  |
| 9               | 0.00159 | 0.000974  | 1       | 47      | 0.4386  | 1       | 0       | 0.013 217 | 3     | 0.040   | 0.0428  | 0.0353  |
| 10              | 0.00174 | 0.000969  | 1       | 46      | 0.4386  | 1       | 0       | 0.013 269 | 3     | 0.039   | 0.0420  | 0.0360  |
| 11              | 0.00189 | 0.000964  | 1       | 45      | 0.4390  | 1       | 0       | 0.013 319 | 3     | 0.038   | 0.0411  | 0.0367  |
| 12              | 0.00204 | 0.000959  | 1       | 44      | 0.4394  | 1       | 0       | 0.013 369 | 3     | 0.037   | 0.0402  | 0.0374  |
| 13              | 0.00219 | 0.000954  | 1       | 43      | 0.4398  | 1       | 0       | 0.013 418 | 3     | 0.036   | 0.0394  | 0.0381  |
| 14              | 0.00234 | 0.000949  | 1       | 42      | 0.4401  | 1       | 0       | 0.013 466 | 3     | 0.035   | 0.0385  | 0.0388  |
| 15              | 0.00249 | 0.000944  | 1       | 41      | 0.4405  | 1       | 0       | 0.013 512 | 3     | 0.034   | 0.0376  | 0.0395  |
| 16              | 0.00264 | 0.000939  | 1       | 40      | 0.4408  | 1       | 0       | 0.013 558 | 3     | 0.033   | 0.0367  | 0.0402  |
| 17              | 0.00279 | 0.000934  | 1       | 39      | 0.4412  | 1       | 0       | 0.013 603 | 3     | 0.032   | 0.0358  | 0.0409  |
| 18              | 0.00294 | 0.000929  | 1       | 38      | 0.4415  | 1       | 0       | 0.013 649 | 3     | 0.031   | 0.0349  | 0.0416  |
| 19              | 0.00309 | 0.000924  | 1       | 37      | 0.4418  | 1       | 0       | 0.013 695 | 3     | 0.030   | 0.0340  | 0.0423  |
| 20              | 0.00324 | 0.000919  | 1       | 36      | 0.4422  | 1       | 0       | 0.013 740 | 3     | 0.029   | 0.0332  | 0.0430  |
| 21              | 0.00339 | 0.000914  | 1       | 35      | 0.4425  | 1       | 0       | 0.013 786 | 3     | 0.028   | 0.0324  | 0.0437  |
| 22              | 0.00354 | 0.000909  | 1       | 34      | 0.4428  | 1       | 0       | 0.013 831 | 3     | 0.027   | 0.0315  | 0.0444  |
| 23              | 0.00369 | 0.000904  | 1       | 33      | 0.4431  | 1       | 0       | 0.013 877 | 3     | 0.026   | 0.0307  | 0.0451  |
| 24              | 0.00384 | 0.000899  | 1       | 32      | 0.4434  | 1       | 0       | 0.013 922 | 3     | 0.025   | 0.0298  | 0.0458  |
| 25              | 0.00399 | 0.000894  | 1       | 31      | 0.4437  | 1       | 0       | 0.013 968 | 3     | 0.024   | 0.0289  | 0.0465  |
| 26              | 0.00414 | 0.000889  | 1       | 30      | 0.4440  | 1       | 0       | 0.014 013 | 3     | 0.023   | 0.0280  | 0.0472  |
| 27              | 0.00429 | 0.000884  | 1       | 29      | 0.4443  | 1       | 0       | 0.014 059 | 3     | 0.022   | 0.0271  | 0.0479  |
| 28              | 0.00444 | 0.000879  | 1       | 28      | 0.4446  | 1       | 0       | 0.014 104 | 3     | 0.021   | 0.0262  | 0.0486  |
| 29              | 0.00459 | 0.000874  | 1       | 27      | 0.4449  | 1       | 0       | 0.014 150 | 3     | 0.020   | 0.0253  | 0.0493  |
| 30              | 0.00474 | 0.000869  | 1       | 26      | 0.4452  | 1       | 0       | 0.014 195 | 3     | 0.019   | 0.0244  | 0.0500  |
| 31              | 0.00489 | 0.000864  | 1       | 25      | 0.4455  | 1       | 0       | 0.014 240 | 3     | 0.018   | 0.0235  | 0.0507  |
| 32              | 0.00504 | 0.000859  | 1       | 24      | 0.4458  | 1       | 0       | 0.014 286 | 3     | 0.017   | 0.0226  | 0.0514  |
| 33              | 0.00519 | 0.000854  | 1       | 23      | 0.4461  | 1       | 0       | 0.014 331 | 3     | 0.016   | 0.0217  | 0.0521  |
| 34              | 0.00534 | 0.000849  | 1       | 22      | 0.4464  | 1       | 0       | 0.014 377 | 3     | 0.015   | 0.0208  | 0.0528  |
| 35              | 0.00549 | 0.000844  | 1       | 21      | 0.4467  | 1       | 0       | 0.014 422 | 3     | 0.014   | 0.0199  | 0.0535  |
| 36              | 0.00564 | 0.000839  | 1       | 20      | 0.4470  | 1       | 0       | 0.014 468 | 3     | 0.013   | 0.0190  | 0.0542  |
| 37              | 0.00579 | 0.000834  | 1       | 19      | 0.4473  | 1       | 0       | 0.014 513 | 3     | 0.012   | 0.0181  | 0.0549  |
| 38              | 0.00594 | 0.000829  | 1       | 18      | 0.4476  | 1       | 0       | 0.014 559 | 3     | 0.011   | 0.0172  | 0.0556  |
| 39              | 0.00609 | 0.000824  | 1       | 17      | 0.4479  | 1       | 0       | 0.014 604 | 3     | 0.010   | 0.0163  | 0.0563  |
| 40              | 0.00624 | 0.000819  | 1       | 16      | 0.4482  | 1       | 0       | 0.014 650 | 3     | 0.009   | 0.0154  | 0.0570  |
| 41              | 0.00639 | 0.000814  | 1       | 15      | 0.4485  | 1       | 0       | 0.014 695 | 3     | 0.008   | 0.0145  | 0.0577  |
| 42              | 0.00654 | 0.000809  | 1       | 14      | 0.4488  | 1       | 0       | 0.014 741 | 3     | 0.007   | 0.0136  | 0.0584  |
| 43              | 0.00669 | 0.000804  | 1       | 13      | 0.4491  | 1       | 0       | 0.014 786 | 3     | 0.006   | 0.0127  | 0.0591  |
| 44              | 0.00684 | 0.000799  | 1       | 12      | 0.4494  | 1       | 0       | 0.014 832 | 3     | 0.005   | 0.0118  | 0.0598  |
| 45              | 0.00699 | 0.000794  | 1       | 11      | 0.4497  | 1       | 0       | 0.014 877 | 3     | 0.004   | 0.0109  | 0.0605  |
| 46              | 0.00714 | 0.000789  | 1       | 10      | 0.4500  | 1       | 0       | 0.014 923 | 3     | 0.003   | 0.0100  | 0.0612  |
| 47              | 0.00729 | 0.000784  | 1       | 9       | 0.4503  | 1       | 0       | 0.014 968 | 3     | 0.002   | 0.0091  | 0.0619  |
| 48              | 0.00744 | 0.000779  | 1       | 8       | 0.4506  | 1       | 0       | 0.015 013 | 3     | 0.001   | 0.0082  | 0.0626  |
| 49              | 0.00759 | 0.000774  | 1       | 7       | 0.4509  | 1       | 0       | 0.015 059 | 3     | 0.000   | 0.0073  | 0.0633  |
| 50              | 0.00774 | 0.000769  | 1       | 6       | 0.4512  | 1       | 0       | 0.015 104 | 3     | 0.000   | 0.0064  | 0.0640  |
| 51              | 0.00789 | 0.000764  | 1       | 5       | 0.4515  | 1       | 0       | 0.015 150 | 3     | 0.000   | 0.0055  | 0.0647  |
| 52              | 0.00804 | 0.000759  | 1       | 4       | 0.4518  | 1       | 0       | 0.015 195 | 3     | 0.000   | 0.0046  | 0.0654  |
| 53              | 0.00819 | 0.000754  | 1       | 3       | 0.4521  | 1       | 0       | 0.015 240 | 3     | 0.000   | 0.0037  | 0.0661  |
| 54              | 0.00834 | 0.000749  | 1       | 2       | 0.4524  | 1       | 0       | 0.015 286 | 3     | 0.000   | 0.0028  | 0.0668  |
| 55              | 0.00849 | 0.000744  | 1       | 1       | 0.4527  | 1       | 0       | 0.015 331 | 3     | 0.000   | 0.0019  | 0.0675  |
| 56              | 0.00864 | 0.000739  | 1       | 0       | 0.4530  | 1       | 0       | 0.015 377 | 3     | 0.000   | 0.0010  | 0.0682  |
| 57              | 0.00879 | 0.000734  | 1       | 0       | 0.4533  | 1       | 0       | 0.015 422 | 3     | 0.000   | 0.0001  | 0.0689  |
| 58              | 0.00894 | 0.000729  | 1       | 0       | 0.4536  | 1       | 0       | 0.015 468 | 3     | 0.000   | 0.0000  | 0.0696  |
| 59              | 0.00909 | 0.000724  | 1       | 0       | 0.4539  | 1       | 0       | 0.015 513 | 3     | 0.000   | 0.0000  | 0.0703  |
| 60              | 0.00924 | 0.000719  | 1       | 0       | 0.4542  | 1       | 0       | 0.015 559 | 3     | 0.000   | 0.0000  | 0.0710  |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{t_0 - 1850}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

Tafel XII.

| 18h | $a_2^0$  | $a_2^1$  | $a_2^2$  | $d_2^0$ | $d_2^1$  | $a_3^0$  | $a_3^1$  | $a_3^2$ | $a_3^3$    | $d_3^0$ | $d_3^1$ | $d_3^2$  |
|-----|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|------------|---------|---------|----------|
| 0m  | +0.00189 | +0.00158 | +0.00000 | 0       | -0.19033 | -0.00048 | +0.01323 | 0       | +0.0042109 | -0.002  | +0.0042 | 0.00000  |
| 1   | +0.00184 | +0.00153 | +0.00000 | 1       | -0.19029 | -0.00048 | +0.01322 | 0       | +0.0042095 | -0.003  | +0.0042 | -0.00041 |
| 2   | +0.00178 | +0.00147 | +0.00000 | 2       | -0.19025 | -0.00048 | +0.01321 | 0       | +0.0042081 | -0.004  | +0.0041 | -0.00083 |
| 3   | +0.00172 | +0.00141 | +0.00000 | 3       | -0.19021 | -0.00048 | +0.01320 | 0       | +0.0042067 | -0.005  | +0.0040 | -0.00124 |
| 4   | +0.00166 | +0.00135 | +0.00000 | 4       | -0.19017 | -0.00048 | +0.01319 | 0       | +0.0042053 | -0.006  | +0.0039 | -0.00165 |
| 5   | +0.00161 | +0.00129 | +0.00000 | 5       | -0.19013 | -0.00048 | +0.01318 | 0       | +0.0042039 | -0.007  | +0.0038 | -0.00206 |
| 6   | +0.00155 | +0.00123 | +0.00000 | 6       | -0.19009 | -0.00048 | +0.01317 | 0       | +0.0042025 | -0.008  | +0.0037 | -0.00247 |
| 7   | +0.00150 | +0.00117 | +0.00000 | 7       | -0.19005 | -0.00048 | +0.01316 | 0       | +0.0042011 | -0.009  | +0.0036 | -0.00288 |
| 8   | +0.00144 | +0.00111 | +0.00000 | 8       | -0.19001 | -0.00048 | +0.01315 | 0       | +0.0041997 | -0.010  | +0.0035 | -0.00329 |
| 9   | +0.00138 | +0.00105 | +0.00000 | 9       | -0.18997 | -0.00048 | +0.01314 | 0       | +0.0041983 | -0.011  | +0.0034 | -0.00370 |
| 10  | +0.00133 | +0.00100 | +0.00000 | 10      | -0.18993 | -0.00048 | +0.01313 | 0       | +0.0041969 | -0.012  | +0.0033 | -0.00411 |
| 11  | +0.00127 | +0.00094 | +0.00000 | 11      | -0.18989 | -0.00048 | +0.01312 | 0       | +0.0041955 | -0.013  | +0.0032 | -0.00452 |
| 12  | +0.00121 | +0.00088 | +0.00000 | 12      | -0.18985 | -0.00048 | +0.01311 | 0       | +0.0041941 | -0.014  | +0.0031 | -0.00493 |
| 13  | +0.00116 | +0.00082 | +0.00000 | 13      | -0.18981 | -0.00048 | +0.01310 | 0       | +0.0041927 | -0.015  | +0.0030 | -0.00534 |
| 14  | +0.00110 | +0.00076 | +0.00000 | 14      | -0.18977 | -0.00048 | +0.01309 | 0       | +0.0041913 | -0.016  | +0.0029 | -0.00575 |
| 15  | +0.00104 | +0.00070 | +0.00000 | 15      | -0.18973 | -0.00048 | +0.01308 | 0       | +0.0041899 | -0.017  | +0.0028 | -0.00616 |
| 16  | +0.00099 | +0.00064 | +0.00000 | 16      | -0.18969 | -0.00048 | +0.01307 | 0       | +0.0041885 | -0.018  | +0.0027 | -0.00657 |
| 17  | +0.00093 | +0.00058 | +0.00000 | 17      | -0.18965 | -0.00048 | +0.01306 | 0       | +0.0041871 | -0.019  | +0.0026 | -0.00698 |
| 18  | +0.00088 | +0.00052 | +0.00000 | 18      | -0.18961 | -0.00048 | +0.01305 | 0       | +0.0041857 | -0.020  | +0.0025 | -0.00739 |
| 19  | +0.00082 | +0.00046 | +0.00000 | 19      | -0.18957 | -0.00048 | +0.01304 | 0       | +0.0041843 | -0.021  | +0.0024 | -0.00779 |
| 20  | +0.00076 | +0.00040 | +0.00000 | 20      | -0.18953 | -0.00048 | +0.01303 | 0       | +0.0041829 | -0.022  | +0.0023 | -0.00820 |
| 21  | +0.00071 | +0.00034 | +0.00000 | 21      | -0.18949 | -0.00048 | +0.01302 | 0       | +0.0041815 | -0.023  | +0.0022 | -0.00860 |
| 22  | +0.00065 | +0.00028 | +0.00000 | 22      | -0.18945 | -0.00048 | +0.01301 | 0       | +0.0041801 | -0.024  | +0.0021 | -0.00900 |
| 23  | +0.00060 | +0.00022 | +0.00000 | 23      | -0.18941 | -0.00048 | +0.01300 | 0       | +0.0041787 | -0.025  | +0.0020 | -0.00940 |
| 24  | +0.00054 | +0.00016 | +0.00000 | 24      | -0.18937 | -0.00048 | +0.01299 | 0       | +0.0041773 | -0.026  | +0.0019 | -0.00980 |
| 25  | +0.00049 | +0.00010 | +0.00000 | 25      | -0.18933 | -0.00048 | +0.01298 | 0       | +0.0041759 | -0.027  | +0.0018 | -0.01019 |
| 26  | +0.00043 | +0.00004 | +0.00000 | 26      | -0.18929 | -0.00048 | +0.01297 | 0       | +0.0041745 | -0.028  | +0.0017 | -0.01059 |
| 27  | +0.00038 | +0.00000 | +0.00000 | 27      | -0.18925 | -0.00048 | +0.01296 | 0       | +0.0041731 | -0.029  | +0.0016 | -0.01098 |
| 28  | +0.00032 | +0.00000 | +0.00000 | 28      | -0.18921 | -0.00048 | +0.01295 | 0       | +0.0041717 | -0.030  | +0.0015 | -0.01138 |
| 29  | +0.00027 | +0.00000 | +0.00000 | 29      | -0.18917 | -0.00048 | +0.01294 | 0       | +0.0041703 | -0.031  | +0.0014 | -0.01177 |
| 30  | +0.00021 | +0.00000 | +0.00000 | 30      | -0.18913 | -0.00048 | +0.01293 | 0       | +0.0041689 | -0.032  | +0.0013 | -0.01216 |
| 31  | +0.00016 | +0.00000 | +0.00000 | 31      | -0.18909 | -0.00048 | +0.01292 | 0       | +0.0041675 | -0.033  | +0.0012 | -0.01254 |
| 32  | +0.00010 | +0.00000 | +0.00000 | 32      | -0.18905 | -0.00048 | +0.01291 | 0       | +0.0041661 | -0.034  | +0.0011 | -0.01293 |
| 33  | +0.00005 | +0.00000 | +0.00000 | 33      | -0.18901 | -0.00048 | +0.01290 | 0       | +0.0041647 | -0.035  | +0.0010 | -0.01332 |
| 34  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 34      | -0.18897 | -0.00048 | +0.01289 | 0       | +0.0041633 | -0.036  | +0.0009 | -0.01370 |
| 35  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 35      | -0.18893 | -0.00048 | +0.01288 | 0       | +0.0041619 | -0.037  | +0.0008 | -0.01408 |
| 36  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 36      | -0.18889 | -0.00048 | +0.01287 | 0       | +0.0041605 | -0.038  | +0.0007 | -0.01446 |
| 37  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 37      | -0.18885 | -0.00048 | +0.01286 | 0       | +0.0041591 | -0.039  | +0.0006 | -0.01484 |
| 38  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 38      | -0.18881 | -0.00048 | +0.01285 | 0       | +0.0041577 | -0.040  | +0.0005 | -0.01521 |
| 39  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 39      | -0.18877 | -0.00048 | +0.01284 | 0       | +0.0041563 | -0.041  | +0.0004 | -0.01558 |
| 40  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 40      | -0.18873 | -0.00048 | +0.01283 | 0       | +0.0041549 | -0.042  | +0.0003 | -0.01596 |
| 41  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 41      | -0.18869 | -0.00048 | +0.01282 | 0       | +0.0041535 | -0.043  | +0.0002 | -0.01633 |
| 42  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 42      | -0.18865 | -0.00048 | +0.01281 | 0       | +0.0041521 | -0.044  | +0.0001 | -0.01670 |
| 43  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 43      | -0.18861 | -0.00048 | +0.01280 | 0       | +0.0041507 | -0.045  | +0.0000 | -0.01706 |
| 44  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 44      | -0.18857 | -0.00048 | +0.01279 | 0       | +0.0041493 | -0.046  | +0.0000 | -0.01743 |
| 45  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 45      | -0.18853 | -0.00048 | +0.01278 | 0       | +0.0041479 | -0.047  | +0.0000 | -0.01779 |
| 46  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 46      | -0.18849 | -0.00048 | +0.01277 | 0       | +0.0041465 | -0.048  | +0.0000 | -0.01816 |
| 47  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 47      | -0.18845 | -0.00048 | +0.01276 | 0       | +0.0041451 | -0.049  | +0.0000 | -0.01852 |
| 48  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 48      | -0.18841 | -0.00048 | +0.01275 | 0       | +0.0041437 | -0.050  | +0.0000 | -0.01889 |
| 49  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 49      | -0.18837 | -0.00048 | +0.01274 | 0       | +0.0041423 | -0.051  | +0.0000 | -0.01925 |
| 50  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 50      | -0.18833 | -0.00048 | +0.01273 | 0       | +0.0041409 | -0.052  | +0.0000 | -0.01962 |
| 51  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 51      | -0.18829 | -0.00048 | +0.01272 | 0       | +0.0041395 | -0.053  | +0.0000 | -0.02000 |
| 52  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 52      | -0.18825 | -0.00048 | +0.01271 | 0       | +0.0041381 | -0.054  | +0.0000 | -0.02037 |
| 53  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 53      | -0.18821 | -0.00048 | +0.01270 | 0       | +0.0041367 | -0.055  | +0.0000 | -0.02075 |
| 54  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 54      | -0.18817 | -0.00048 | +0.01269 | 0       | +0.0041353 | -0.056  | +0.0000 | -0.02112 |
| 55  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 55      | -0.18813 | -0.00048 | +0.01268 | 0       | +0.0041339 | -0.057  | +0.0000 | -0.02150 |
| 56  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 56      | -0.18809 | -0.00048 | +0.01267 | 0       | +0.0041325 | -0.058  | +0.0000 | -0.02187 |
| 57  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 57      | -0.18805 | -0.00048 | +0.01266 | 0       | +0.0041311 | -0.059  | +0.0000 | -0.02224 |
| 58  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 58      | -0.18801 | -0.00048 | +0.01265 | 0       | +0.0041297 | -0.060  | +0.0000 | -0.02262 |
| 59  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 59      | -0.18797 | -0.00048 | +0.01264 | 0       | +0.0041283 | -0.061  | +0.0000 | -0.02299 |
| 60  | +0.00000 | +0.00000 | +0.00000 | 60      | -0.18793 | -0.00048 | +0.01263 | 0       | +0.0041269 | -0.062  | +0.0000 | -0.02337 |



[illegible]

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{\% \cdot 100}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

Tafel XII.

| 20h | $a_0$   | $a_1$     | $a_2$      | $d_2^0$ | $d_2^1$ | $a_3^0$ | $a_3^1$ | $a_3^2$   | $a_3^3$    | $d_3^0$ | $d_3^1$ | $d_3^2$ |
|-----|---------|-----------|------------|---------|---------|---------|---------|-----------|------------|---------|---------|---------|
| 0m  | 0.00373 | 0.015 426 | 0.011 2541 | 0.3814  | 0.14619 | 0.0011  | 0.00866 | 0.007 011 | 0.000 0000 | 0.097   | 0.0974  | 0.03553 |
| 1   | 0.00376 | 0.015 537 | 0.011 3104 | 0.3824  | 0.14545 | 0.0010  | 0.00859 | 0.006 980 | 0.000 0551 | 0.097   | 0.0979  | 0.03562 |
| 2   | 0.00379 | 0.015 648 | 0.011 3658 | 0.3834  | 0.14471 | 0.0010  | 0.00853 | 0.006 780 | 0.000 1102 | 0.097   | 0.0983  | 0.03570 |
| 3   | 0.00382 | 0.015 759 | 0.011 4203 | 0.3844  | 0.14397 | 0.0009  | 0.00847 | 0.006 564 | 0.000 1653 | 0.099   | 0.0987  | 0.03578 |
| 4   | 0.00385 | 0.015 870 | 0.011 4740 | 0.3854  | 0.14323 | 0.0008  | 0.00840 | 0.006 348 | 0.000 2204 | 0.099   | 0.0992  | 0.03585 |
| 5   | 0.00387 | 0.015 980 | 0.011 5268 | 0.3864  | 0.14246 | 0.0008  | 0.00834 | 0.006 123 | 0.000 2754 | 0.100   | 0.0996  | 0.03592 |
| 6   | 0.00390 | 0.016 090 | 0.011 5787 | 0.3872  | 0.14171 | 0.0007  | 0.00827 | 0.005 897 | 0.000 3304 | 0.101   | 0.1000  | 0.03599 |
| 7   | 0.00393 | 0.016 199 | 0.011 6297 | 0.3881  | 0.14095 | 0.0007  | 0.00821 | 0.005 671 | 0.000 3853 | 0.101   | 0.1004  | 0.03605 |
| 8   | 0.00395 | 0.016 308 | 0.011 6799 | 0.3890  | 0.14019 | 0.0006  | 0.00814 | 0.005 445 | 0.000 4402 | 0.102   | 0.1008  | 0.03611 |
| 9   | 0.00397 | 0.016 418 | 0.011 7291 | 0.3899  | 0.13944 | 0.0006  | 0.00808 | 0.005 219 | 0.000 4949 | 0.103   | 0.1012  | 0.03616 |
| 10  | 0.00400 | 0.016 526 | 0.011 7775 | 0.3908  | 0.13868 | 0.0005  | 0.00801 | 0.004 993 | 0.000 5496 | 0.103   | 0.1016  | 0.03621 |
| 11  | 0.00402 | 0.016 635 | 0.011 8250 | 0.3917  | 0.13788 | 0.0004  | 0.00795 | 0.004 767 | 0.000 6042 | 0.104   | 0.1020  | 0.03626 |
| 12  | 0.00404 | 0.016 743 | 0.011 8716 | 0.3926  | 0.13708 | 0.0004  | 0.00788 | 0.004 541 | 0.000 6587 | 0.104   | 0.1024  | 0.03630 |
| 13  | 0.00407 | 0.016 850 | 0.011 9173 | 0.3935  | 0.13628 | 0.0003  | 0.00782 | 0.004 315 | 0.000 7131 | 0.105   | 0.1027  | 0.03633 |
| 14  | 0.00409 | 0.016 958 | 0.011 9620 | 0.3944  | 0.13548 | 0.0003  | 0.00775 | 0.004 089 | 0.000 7674 | 0.106   | 0.1031  | 0.03636 |
| 15  | 0.00411 | 0.017 065 | 0.012 0059 | 0.3953  | 0.13467 | 0.0002  | 0.00769 | 0.003 863 | 0.000 8215 | 0.107   | 0.1035  | 0.03639 |
| 16  | 0.00413 | 0.017 171 | 0.012 0488 | 0.3962  | 0.13387 | 0.0001  | 0.00762 | 0.003 637 | 0.000 8755 | 0.107   | 0.1038  | 0.03641 |
| 17  | 0.00415 | 0.017 278 | 0.012 0908 | 0.3971  | 0.13306 | 0.0000  | 0.00756 | 0.003 411 | 0.000 9293 | 0.108   | 0.1041  | 0.03643 |
| 18  | 0.00417 | 0.017 384 | 0.012 1319 | 0.3980  | 0.13225 | 0.0000  | 0.00749 | 0.003 185 | 0.000 9830 | 0.108   | 0.1045  | 0.03645 |
| 19  | 0.00419 | 0.017 490 | 0.012 1721 | 0.3989  | 0.13145 | 0.0000  | 0.00743 | 0.002 959 | 0.000 1035 | 0.109   | 0.1048  | 0.03646 |
| 20  | 0.00421 | 0.017 595 | 0.012 2113 | 0.3998  | 0.13060 | 0.0001  | 0.00736 | 0.002 733 | 0.000 1089 | 0.109   | 0.1051  | 0.03647 |
| 21  | 0.00423 | 0.017 700 | 0.012 2496 | 0.4007  | 0.12980 | 0.0001  | 0.00729 | 0.002 507 | 0.000 1430 | 0.110   | 0.1054  | 0.03647 |
| 22  | 0.00425 | 0.017 805 | 0.012 2870 | 0.4016  | 0.12899 | 0.0002  | 0.00723 | 0.002 281 | 0.000 1866 | 0.111   | 0.1057  | 0.03647 |
| 23  | 0.00427 | 0.017 909 | 0.012 3235 | 0.4025  | 0.12819 | 0.0002  | 0.00716 | 0.002 055 | 0.000 2287 | 0.111   | 0.1060  | 0.03646 |
| 24  | 0.00429 | 0.018 013 | 0.012 3590 | 0.4034  | 0.12738 | 0.0003  | 0.00710 | 0.001 829 | 0.000 2701 | 0.112   | 0.1063  | 0.03645 |
| 25  | 0.00430 | 0.018 117 | 0.012 3936 | 0.4043  | 0.12657 | 0.0004  | 0.00703 | 0.001 603 | 0.000 3112 | 0.112   | 0.1065  | 0.03644 |
| 26  | 0.00432 | 0.018 220 | 0.012 4272 | 0.4052  | 0.12576 | 0.0005  | 0.00697 | 0.001 377 | 0.000 3526 | 0.113   | 0.1068  | 0.03642 |
| 27  | 0.00434 | 0.018 323 | 0.012 4590 | 0.4061  | 0.12494 | 0.0005  | 0.00690 | 0.001 151 | 0.000 3939 | 0.113   | 0.1070  | 0.03639 |
| 28  | 0.00435 | 0.018 426 | 0.012 4916 | 0.4070  | 0.12413 | 0.0006  | 0.00684 | 0.000 925 | 0.000 4351 | 0.114   | 0.1073  | 0.03637 |
| 29  | 0.00437 | 0.018 528 | 0.012 5224 | 0.4079  | 0.12331 | 0.0006  | 0.00677 | 0.000 699 | 0.000 4764 | 0.115   | 0.1075  | 0.03634 |
| 30  | 0.00438 | 0.018 630 | 0.012 5522 | 0.4088  | 0.12250 | 0.0007  | 0.00670 | 0.000 473 | 0.000 5174 | 0.115   | 0.1078  | 0.03630 |
| 31  | 0.00440 | 0.018 732 | 0.012 5811 | 0.4097  | 0.12168 | 0.0008  | 0.00664 | 0.000 247 | 0.000 5582 | 0.116   | 0.1080  | 0.03626 |
| 32  | 0.00441 | 0.018 833 | 0.012 6090 | 0.4106  | 0.12086 | 0.0008  | 0.00657 | 0.000 021 | 0.000 5987 | 0.116   | 0.1082  | 0.03622 |
| 33  | 0.00443 | 0.018 934 | 0.012 6359 | 0.4115  | 0.12004 | 0.0009  | 0.00651 | 0.000 205 | 0.000 6389 | 0.117   | 0.1084  | 0.03617 |
| 34  | 0.00445 | 0.019 035 | 0.012 6619 | 0.4124  | 0.11921 | 0.0009  | 0.00644 | 0.000 189 | 0.000 6788 | 0.117   | 0.1086  | 0.03612 |
| 35  | 0.00447 | 0.019 135 | 0.012 6866 | 0.4133  | 0.11839 | 0.0010  | 0.00637 | 0.000 173 | 0.000 7184 | 0.118   | 0.1088  | 0.03607 |
| 36  | 0.00449 | 0.019 235 | 0.012 7110 | 0.4142  | 0.11756 | 0.0011  | 0.00631 | 0.000 157 | 0.000 7577 | 0.118   | 0.1090  | 0.03601 |
| 37  | 0.00451 | 0.019 334 | 0.012 7344 | 0.4151  | 0.11673 | 0.0011  | 0.00624 | 0.000 141 | 0.000 7967 | 0.119   | 0.1092  | 0.03595 |
| 38  | 0.00453 | 0.019 433 | 0.012 7569 | 0.4160  | 0.11589 | 0.0012  | 0.00618 | 0.000 125 | 0.000 8353 | 0.119   | 0.1093  | 0.03588 |
| 39  | 0.00455 | 0.019 532 | 0.012 7774 | 0.4169  | 0.11506 | 0.0013  | 0.00612 | 0.000 109 | 0.000 8735 | 0.120   | 0.1095  | 0.03581 |
| 40  | 0.00457 | 0.019 630 | 0.012 7976 | 0.4178  | 0.11423 | 0.0013  | 0.00605 | 0.000 093 | 0.000 9115 | 0.121   | 0.1096  | 0.03574 |
| 41  | 0.00459 | 0.019 728 | 0.012 8168 | 0.4187  | 0.11339 | 0.0014  | 0.00599 | 0.000 077 | 0.000 9490 | 0.121   | 0.1098  | 0.03568 |
| 42  | 0.00461 | 0.019 826 | 0.012 8350 | 0.4196  | 0.11255 | 0.0014  | 0.00593 | 0.000 061 | 0.000 9865 | 0.122   | 0.1100  | 0.03561 |
| 43  | 0.00463 | 0.019 923 | 0.012 8522 | 0.4205  | 0.11171 | 0.0015  | 0.00586 | 0.000 045 | 0.000 1020 | 0.122   | 0.1102  | 0.03554 |
| 44  | 0.00465 | 0.020 020 | 0.012 8685 | 0.4214  | 0.11087 | 0.0015  | 0.00580 | 0.000 029 | 0.000 1074 | 0.123   | 0.1104  | 0.03546 |
| 45  | 0.00467 | 0.020 116 | 0.012 8838 | 0.4223  | 0.11003 | 0.0016  | 0.00573 | 0.000 013 | 0.000 1128 | 0.123   | 0.1106  | 0.03538 |
| 46  | 0.00469 | 0.020 212 | 0.012 8981 | 0.4232  | 0.10918 | 0.0016  | 0.00567 | 0.000 007 | 0.000 1181 | 0.124   | 0.1108  | 0.03530 |
| 47  | 0.00471 | 0.020 308 | 0.012 9114 | 0.4241  | 0.10834 | 0.0017  | 0.00561 | 0.000 001 | 0.000 1234 | 0.124   | 0.1110  | 0.03522 |
| 48  | 0.00473 | 0.020 403 | 0.012 9238 | 0.4250  | 0.10749 | 0.0018  | 0.00554 | 0.000 005 | 0.000 1287 | 0.125   | 0.1112  | 0.03514 |
| 49  | 0.00475 | 0.020 498 | 0.012 9351 | 0.4259  | 0.10665 | 0.0019  | 0.00548 | 0.000 009 | 0.000 1339 | 0.125   | 0.1114  | 0.03506 |
| 50  | 0.00477 | 0.020 593 | 0.012 9455 | 0.4268  | 0.10580 | 0.0019  | 0.00542 | 0.000 013 | 0.000 1391 | 0.126   | 0.1116  | 0.03498 |
| 51  | 0.00479 | 0.020 687 | 0.012 9549 | 0.4277  | 0.10495 | 0.0020  | 0.00536 | 0.000 017 | 0.000 1442 | 0.126   | 0.1118  | 0.03489 |
| 52  | 0.00481 | 0.020 781 | 0.012 9633 | 0.4286  | 0.10410 | 0.0021  | 0.00530 | 0.000 021 | 0.000 1493 | 0.127   | 0.1120  | 0.03480 |
| 53  | 0.00483 | 0.020 874 | 0.012 9707 | 0.4295  | 0.10325 | 0.0021  | 0.00524 | 0.000 025 | 0.000 1544 | 0.127   | 0.1122  | 0.03471 |
| 54  | 0.00485 | 0.020 967 | 0.012 9772 | 0.4304  | 0.10240 | 0.0022  | 0.00518 | 0.000 029 | 0.000 1595 | 0.128   | 0.1124  | 0.03462 |
| 55  | 0.00487 | 0.021 059 | 0.012 9827 | 0.4313  | 0.10155 | 0.0023  | 0.00512 | 0.000 033 | 0.000 1646 | 0.128   | 0.1126  | 0.03453 |
| 56  | 0.00489 | 0.021 152 | 0.012 9871 | 0.4322  | 0.10070 | 0.0023  | 0.00506 | 0.000 037 | 0.000 1697 | 0.129   | 0.1128  | 0.03444 |
| 57  | 0.00491 | 0.021 244 | 0.012 9905 | 0.4331  | 0.09985 | 0.0024  | 0.00500 | 0.000 041 | 0.000 1748 | 0.129   | 0.1130  | 0.03435 |
| 58  | 0.00493 | 0.021 335 | 0.012 9930 | 0.4340  | 0.09899 | 0.0025  | 0.00494 | 0.000 045 | 0.000 1799 | 0.130   | 0.1132  | 0.03426 |
| 59  | 0.00495 | 0.021 426 | 0.012 9945 | 0.4349  | 0.09814 | 0.0025  | 0.00488 | 0.000 049 | 0.000 1850 | 0.130   | 0.1134  | 0.03417 |
| 60  | 0.00497 | 0.021 516 | 0.012 9950 | 0.4358  | 0.09728 | 0.0026  | 0.00482 | 0.000 053 | 0.000 1901 | 0.131   | 0.1136  | 0.03408 |

| 21h | $a_2^0$ | $a_2^1$ | $a_2^2$    | $d_2^0$ | $d_2^1$ | $a_3^0$ | $a_3^1$ | $a_3^2$ | $a_3^3$     | $d_3^0$ | $d_3^1$ | $d_3^2$  |
|-----|---------|---------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|---------|---------|----------|
| 0m  | 0.00460 | 0.00216 | 0.012 9930 | 0.03105 | 0.00746 | 0.00066 | 0.00480 | 0.00028 | 0.0002 9776 | 0.0130  | 0.01109 | 0.003350 |
| 1   | 0.00460 | 0.00216 | 0.012 9945 | 0.03091 | 0.00761 | 0.00067 | 0.00474 | 0.00028 | 0.0003 0163 | 0.0131  | 0.01109 | 0.003335 |
| 2   | 0.00460 | 0.00216 | 0.012 9960 | 0.03077 | 0.00776 | 0.00068 | 0.00460 | 0.00028 | 0.0003 0545 | 0.0132  | 0.01109 | 0.003320 |
| 3   | 0.00460 | 0.00216 | 0.012 9975 | 0.03063 | 0.00791 | 0.00069 | 0.00446 | 0.00028 | 0.0003 0922 | 0.0133  | 0.01108 | 0.003305 |
| 4   | 0.00460 | 0.00216 | 0.012 9990 | 0.03049 | 0.00806 | 0.00070 | 0.00432 | 0.00028 | 0.0003 1299 | 0.0134  | 0.01108 | 0.003290 |
| 5   | 0.00460 | 0.00216 | 0.012 1005 | 0.03035 | 0.00821 | 0.00071 | 0.00418 | 0.00028 | 0.0003 1676 | 0.0135  | 0.01107 | 0.003275 |
| 6   | 0.00460 | 0.00216 | 0.012 1020 | 0.03021 | 0.00836 | 0.00072 | 0.00404 | 0.00028 | 0.0003 2053 | 0.0136  | 0.01107 | 0.003260 |
| 7   | 0.00459 | 0.00216 | 0.012 1035 | 0.03007 | 0.00851 | 0.00073 | 0.00390 | 0.00028 | 0.0003 2430 | 0.0137  | 0.01106 | 0.003245 |
| 8   | 0.00459 | 0.00216 | 0.012 1050 | 0.02993 | 0.00866 | 0.00074 | 0.00376 | 0.00028 | 0.0003 2807 | 0.0138  | 0.01105 | 0.003230 |
| 9   | 0.00458 | 0.00216 | 0.012 1065 | 0.02979 | 0.00881 | 0.00075 | 0.00362 | 0.00028 | 0.0003 3184 | 0.0139  | 0.01104 | 0.003215 |
| 10  | 0.00458 | 0.00216 | 0.012 1080 | 0.02965 | 0.00896 | 0.00076 | 0.00348 | 0.00028 | 0.0003 3561 | 0.0140  | 0.01103 | 0.003200 |
| 11  | 0.00457 | 0.00216 | 0.012 1095 | 0.02951 | 0.00911 | 0.00077 | 0.00334 | 0.00028 | 0.0003 3938 | 0.0141  | 0.01102 | 0.003185 |
| 12  | 0.00457 | 0.00216 | 0.012 1110 | 0.02937 | 0.00926 | 0.00078 | 0.00320 | 0.00028 | 0.0003 4315 | 0.0142  | 0.01101 | 0.003170 |
| 13  | 0.00456 | 0.00216 | 0.012 1125 | 0.02923 | 0.00941 | 0.00079 | 0.00306 | 0.00028 | 0.0003 4692 | 0.0143  | 0.01100 | 0.003155 |
| 14  | 0.00456 | 0.00216 | 0.012 1140 | 0.02909 | 0.00956 | 0.00080 | 0.00292 | 0.00028 | 0.0003 5069 | 0.0144  | 0.01099 | 0.003140 |
| 15  | 0.00455 | 0.00216 | 0.012 1155 | 0.02895 | 0.00971 | 0.00081 | 0.00278 | 0.00028 | 0.0003 5446 | 0.0145  | 0.01097 | 0.003125 |
| 16  | 0.00455 | 0.00216 | 0.012 1170 | 0.02881 | 0.00986 | 0.00082 | 0.00264 | 0.00028 | 0.0003 5823 | 0.0146  | 0.01096 | 0.003110 |
| 17  | 0.00454 | 0.00216 | 0.012 1185 | 0.02867 | 0.00999 | 0.00083 | 0.00250 | 0.00028 | 0.0003 6200 | 0.0147  | 0.01094 | 0.003095 |
| 18  | 0.00454 | 0.00216 | 0.012 1200 | 0.02853 | 0.01014 | 0.00084 | 0.00236 | 0.00028 | 0.0003 6577 | 0.0148  | 0.01093 | 0.003080 |
| 19  | 0.00453 | 0.00216 | 0.012 1215 | 0.02839 | 0.01029 | 0.00085 | 0.00222 | 0.00028 | 0.0003 6954 | 0.0149  | 0.01091 | 0.003065 |
| 20  | 0.00451 | 0.00216 | 0.012 1230 | 0.02825 | 0.01044 | 0.00086 | 0.00208 | 0.00028 | 0.0003 7331 | 0.0150  | 0.01089 | 0.003050 |
| 21  | 0.00450 | 0.00216 | 0.012 1245 | 0.02811 | 0.01059 | 0.00087 | 0.00194 | 0.00028 | 0.0003 7708 | 0.0151  | 0.01087 | 0.003035 |
| 22  | 0.00449 | 0.00216 | 0.012 1260 | 0.02797 | 0.01074 | 0.00088 | 0.00180 | 0.00028 | 0.0003 8085 | 0.0152  | 0.01085 | 0.003020 |
| 23  | 0.00447 | 0.00216 | 0.012 1275 | 0.02783 | 0.01089 | 0.00089 | 0.00166 | 0.00028 | 0.0003 8462 | 0.0153  | 0.01083 | 0.003005 |
| 24  | 0.00446 | 0.00216 | 0.012 1290 | 0.02769 | 0.01104 | 0.00090 | 0.00152 | 0.00028 | 0.0003 8839 | 0.0154  | 0.01081 | 0.002990 |
| 25  | 0.00445 | 0.00216 | 0.012 1305 | 0.02755 | 0.01119 | 0.00091 | 0.00138 | 0.00028 | 0.0003 9216 | 0.0155  | 0.01079 | 0.002975 |
| 26  | 0.00444 | 0.00216 | 0.012 1320 | 0.02741 | 0.01134 | 0.00092 | 0.00124 | 0.00028 | 0.0003 9593 | 0.0156  | 0.01077 | 0.002960 |
| 27  | 0.00443 | 0.00216 | 0.012 1335 | 0.02727 | 0.01149 | 0.00093 | 0.00110 | 0.00028 | 0.0003 9970 | 0.0157  | 0.01075 | 0.002945 |
| 28  | 0.00441 | 0.00216 | 0.012 1350 | 0.02713 | 0.01164 | 0.00094 | 0.00096 | 0.00028 | 0.0004 0347 | 0.0158  | 0.01073 | 0.002930 |
| 29  | 0.00440 | 0.00216 | 0.012 1365 | 0.02699 | 0.01179 | 0.00095 | 0.00082 | 0.00028 | 0.0004 0724 | 0.0159  | 0.01071 | 0.002915 |
| 30  | 0.00438 | 0.00216 | 0.012 1380 | 0.02685 | 0.01194 | 0.00096 | 0.00068 | 0.00028 | 0.0004 1101 | 0.0160  | 0.01069 | 0.002900 |
| 31  | 0.00437 | 0.00216 | 0.012 1395 | 0.02671 | 0.01209 | 0.00097 | 0.00054 | 0.00028 | 0.0004 1478 | 0.0161  | 0.01067 | 0.002885 |
| 32  | 0.00435 | 0.00216 | 0.012 1410 | 0.02657 | 0.01224 | 0.00098 | 0.00040 | 0.00028 | 0.0004 1855 | 0.0162  | 0.01064 | 0.002870 |
| 33  | 0.00434 | 0.00216 | 0.012 1425 | 0.02643 | 0.01239 | 0.00099 | 0.00026 | 0.00028 | 0.0004 2232 | 0.0163  | 0.01061 | 0.002855 |
| 34  | 0.00432 | 0.00216 | 0.012 1440 | 0.02629 | 0.01254 | 0.00100 | 0.00012 | 0.00028 | 0.0004 2609 | 0.0164  | 0.01058 | 0.002840 |
| 35  | 0.00430 | 0.00216 | 0.012 1455 | 0.02615 | 0.01269 | 0.00101 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 2986 | 0.0165  | 0.01056 | 0.002825 |
| 36  | 0.00429 | 0.00216 | 0.012 1470 | 0.02601 | 0.01284 | 0.00102 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 3363 | 0.0166  | 0.01053 | 0.002810 |
| 37  | 0.00427 | 0.00216 | 0.012 1485 | 0.02587 | 0.01299 | 0.00103 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 3740 | 0.0167  | 0.01051 | 0.002795 |
| 38  | 0.00425 | 0.00216 | 0.012 1500 | 0.02573 | 0.01314 | 0.00104 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 4117 | 0.0168  | 0.01048 | 0.002780 |
| 39  | 0.00423 | 0.00216 | 0.012 1515 | 0.02559 | 0.01329 | 0.00105 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 4494 | 0.0169  | 0.01046 | 0.002765 |
| 40  | 0.00421 | 0.00216 | 0.012 1530 | 0.02545 | 0.01344 | 0.00106 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 4871 | 0.0170  | 0.01043 | 0.002750 |
| 41  | 0.00419 | 0.00216 | 0.012 1545 | 0.02531 | 0.01359 | 0.00107 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 5248 | 0.0171  | 0.01041 | 0.002735 |
| 42  | 0.00417 | 0.00216 | 0.012 1560 | 0.02517 | 0.01374 | 0.00108 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 5625 | 0.0172  | 0.01039 | 0.002720 |
| 43  | 0.00415 | 0.00216 | 0.012 1575 | 0.02503 | 0.01389 | 0.00109 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 6002 | 0.0173  | 0.01037 | 0.002705 |
| 44  | 0.00413 | 0.00216 | 0.012 1590 | 0.02489 | 0.01404 | 0.00110 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 6379 | 0.0174  | 0.01035 | 0.002690 |
| 45  | 0.00411 | 0.00216 | 0.012 1605 | 0.02475 | 0.01419 | 0.00111 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 6756 | 0.0175  | 0.01033 | 0.002675 |
| 46  | 0.00409 | 0.00216 | 0.012 1620 | 0.02461 | 0.01434 | 0.00112 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 7133 | 0.0176  | 0.01031 | 0.002660 |
| 47  | 0.00407 | 0.00216 | 0.012 1635 | 0.02447 | 0.01449 | 0.00113 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 7510 | 0.0177  | 0.01029 | 0.002645 |
| 48  | 0.00404 | 0.00216 | 0.012 1650 | 0.02433 | 0.01464 | 0.00114 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 7887 | 0.0178  | 0.01027 | 0.002630 |
| 49  | 0.00402 | 0.00216 | 0.012 1665 | 0.02419 | 0.01479 | 0.00115 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 8264 | 0.0179  | 0.01025 | 0.002615 |
| 50  | 0.00400 | 0.00216 | 0.012 1680 | 0.02405 | 0.01494 | 0.00116 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 8641 | 0.0180  | 0.01023 | 0.002600 |
| 51  | 0.00397 | 0.00216 | 0.012 1695 | 0.02391 | 0.01509 | 0.00117 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 9018 | 0.0181  | 0.01021 | 0.002585 |
| 52  | 0.00395 | 0.00216 | 0.012 1710 | 0.02377 | 0.01524 | 0.00118 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 9395 | 0.0182  | 0.01019 | 0.002570 |
| 53  | 0.00393 | 0.00216 | 0.012 1725 | 0.02363 | 0.01539 | 0.00119 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0004 9772 | 0.0183  | 0.01017 | 0.002555 |
| 54  | 0.00390 | 0.00216 | 0.012 1740 | 0.02349 | 0.01554 | 0.00120 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0005 0149 | 0.0184  | 0.01015 | 0.002540 |
| 55  | 0.00387 | 0.00216 | 0.012 1755 | 0.02335 | 0.01569 | 0.00121 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0005 0526 | 0.0185  | 0.01013 | 0.002525 |
| 56  | 0.00384 | 0.00216 | 0.012 1770 | 0.02321 | 0.01584 | 0.00122 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0005 0903 | 0.0186  | 0.01011 | 0.002510 |
| 57  | 0.00382 | 0.00216 | 0.012 1785 | 0.02307 | 0.01599 | 0.00123 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0005 1280 | 0.0187  | 0.01009 | 0.002495 |
| 58  | 0.00379 | 0.00216 | 0.012 1800 | 0.02293 | 0.01614 | 0.00124 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0005 1657 | 0.0188  | 0.01007 | 0.002480 |
| 59  | 0.00377 | 0.00216 | 0.012 1815 | 0.02279 | 0.01629 | 0.00125 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0005 2034 | 0.0189  | 0.01005 | 0.002465 |
| 60  | 0.00373 | 0.00216 | 0.012 1830 | 0.02265 | 0.01644 | 0.00126 | 0.00000 | 0.00028 | 0.0005 2411 | 0.0190  | 0.01003 | 0.002450 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{t_0 - 1850}{100}$  zu multiplizieren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

## Tafel XII.

| 22h | $a_2^0$  | $a_2^1$    | $a_2^2$     | $d_2^0$ | $d_2^1$  | $a_3^0$ | $a_3^1$  | $a_3^2$    | $a_3^3$     | $d_3^0$ | $d_3^1$  | $d_3^2$  |
|-----|----------|------------|-------------|---------|----------|---------|----------|------------|-------------|---------|----------|----------|
| 0m  | -0.00373 | +0.026 140 | +0.011 2541 | +0.2164 | -0.04873 | +0.0062 | +0.00177 | +0.007 498 | -0.004 2109 | -0.152  | +0.00553 | -0.02051 |
| 1   | -0.00371 | +0.026 265 | -0.011 1390 | +0.2147 | -0.04800 | +0.0063 | +0.00173 | +0.007 714 | -0.004 2005 | -0.152  | +0.00448 | -0.02045 |
| 2   | -0.00368 | +0.026 403 | -0.011 1390 | +0.2129 | -0.04766 | +0.0063 | +0.00169 | +0.007 616 | -0.004 2005 | -0.153  | +0.00443 | -0.02040 |
| 3   | -0.00365 | +0.026 327 | -0.011 0802 | +0.2112 | -0.04654 | +0.0063 | +0.00166 | +0.007 881 | -0.004 2077 | -0.153  | +0.00438 | -0.01974 |
| 4   | -0.00362 | +0.026 388 | -0.011 0905 | +0.2095 | -0.04581 | +0.0064 | +0.00162 | +0.007 997 | -0.004 2052 | -0.153  | +0.00433 | -0.01948 |
| 5   | -0.00359 | +0.026 449 | -0.010 9600 | +0.2078 | -0.04509 | +0.0064 | +0.00158 | +0.008 038 | -0.004 2019 | -0.154  | +0.00428 | -0.01922 |
| 6   | -0.00356 | +0.026 499 | -0.010 8086 | +0.2060 | -0.04436 | +0.0065 | +0.00155 | +0.008 138 | -0.004 1980 | -0.154  | +0.00422 | -0.01896 |
| 7   | -0.00353 | +0.026 546 | -0.010 6564 | +0.2043 | -0.04367 | +0.0066 | +0.00152 | +0.008 242 | -0.004 1933 | -0.154  | +0.00417 | -0.01870 |
| 8   | -0.00349 | +0.026 688 | -0.010 7734 | +0.2026 | -0.04296 | +0.0066 | +0.00148 | +0.008 346 | -0.004 1879 | -0.154  | +0.00412 | -0.01844 |
| 9   | -0.00346 | +0.026 687 | -0.010 7095 | +0.2008 | -0.04226 | +0.0067 | +0.00144 | +0.008 450 | -0.004 1817 | -0.155  | +0.00406 | -0.01818 |
| 10  | -0.00343 | +0.026 745 | -0.010 6449 | +0.1991 | -0.04156 | +0.0067 | +0.00141 | +0.008 552 | -0.004 1749 | -0.155  | +0.00400 | -0.01792 |
| 11  | -0.00340 | +0.026 802 | -0.010 5794 | +0.1973 | -0.04087 | +0.0068 | +0.00138 | +0.008 654 | -0.004 1674 | -0.155  | +0.00395 | -0.01766 |
| 12  | -0.00336 | +0.026 859 | -0.010 5134 | +0.1956 | -0.04018 | +0.0068 | +0.00134 | +0.008 756 | -0.004 1591 | -0.155  | +0.00389 | -0.01740 |
| 13  | -0.00333 | +0.026 916 | -0.010 4462 | +0.1938 | -0.03949 | +0.0069 | +0.00131 | +0.008 856 | -0.004 1501 | -0.155  | +0.00383 | -0.01714 |
| 14  | -0.00330 | +0.026 972 | -0.010 3783 | +0.1920 | -0.03881 | +0.0069 | +0.00128 | +0.008 956 | -0.004 1404 | -0.156  | +0.00377 | -0.01688 |
| 15  | -0.00326 | +0.027 028 | -0.010 3096 | +0.1903 | -0.03813 | +0.0070 | +0.00125 | +0.009 055 | -0.004 1300 | -0.156  | +0.00372 | -0.01662 |
| 16  | -0.00323 | +0.027 083 | -0.010 2402 | +0.1885 | -0.03746 | +0.0070 | +0.00121 | +0.009 154 | -0.004 1189 | -0.156  | +0.00366 | -0.01636 |
| 17  | -0.00319 | +0.027 137 | -0.010 1700 | +0.1867 | -0.03679 | +0.0071 | +0.00118 | +0.009 252 | -0.004 1071 | -0.157  | +0.00360 | -0.01611 |
| 18  | -0.00316 | +0.027 191 | -0.010 0990 | +0.1849 | -0.03613 | +0.0071 | +0.00115 | +0.009 349 | -0.004 0946 | -0.157  | +0.00354 | -0.01585 |
| 19  | -0.00312 | +0.027 245 | -0.010 0273 | +0.1832 | -0.03547 | +0.0072 | +0.00112 | +0.009 446 | -0.004 0814 | -0.157  | +0.00348 | -0.01559 |
| 20  | -0.00308 | +0.027 298 | -0.009 9548 | +0.1814 | -0.03481 | +0.0072 | +0.00109 | +0.009 541 | -0.004 0674 | -0.157  | +0.00341 | -0.01534 |
| 21  | -0.00305 | +0.027 351 | -0.009 8815 | +0.1796 | -0.03414 | +0.0073 | +0.00106 | +0.009 637 | -0.004 0528 | -0.157  | +0.00335 | -0.01508 |
| 22  | -0.00301 | +0.027 403 | -0.009 8075 | +0.1778 | -0.03348 | +0.0073 | +0.00104 | +0.009 731 | -0.004 0375 | -0.157  | +0.00329 | -0.01483 |
| 23  | -0.00297 | +0.027 454 | -0.009 7327 | +0.1760 | -0.03282 | +0.0073 | +0.00101 | +0.009 824 | -0.004 0213 | -0.158  | +0.00323 | -0.01457 |
| 24  | -0.00294 | +0.027 505 | -0.009 6592 | +0.1742 | -0.03215 | +0.0074 | +0.00098 | +0.009 917 | -0.004 0048 | -0.158  | +0.00316 | -0.01432 |
| 25  | -0.00290 | +0.027 555 | -0.009 5839 | +0.1724 | -0.03148 | +0.0074 | +0.00095 | +0.010 009 | -0.003 9875 | -0.158  | +0.00309 | -0.01406 |
| 26  | -0.00286 | +0.027 605 | -0.009 5093 | +0.1706 | -0.03081 | +0.0075 | +0.00093 | +0.010 101 | -0.003 9694 | -0.158  | +0.00302 | -0.01381 |
| 27  | -0.00282 | +0.027 655 | -0.009 4302 | +0.1688 | -0.03013 | +0.0075 | +0.00090 | +0.010 191 | -0.003 9507 | -0.158  | +0.00296 | -0.01355 |
| 28  | -0.00278 | +0.027 705 | -0.009 3478 | +0.1670 | -0.02946 | +0.0076 | +0.00087 | +0.010 281 | -0.003 9312 | -0.159  | +0.00289 | -0.01331 |
| 29  | -0.00274 | +0.027 752 | -0.009 2687 | +0.1652 | -0.02879 | +0.0076 | +0.00085 | +0.010 370 | -0.003 9112 | -0.159  | +0.00282 | -0.01307 |
| 30  | -0.00270 | +0.027 800 | -0.009 1889 | +0.1633 | -0.02815 | +0.0077 | +0.00082 | +0.010 458 | -0.003 8904 | -0.159  | +0.00276 | -0.01282 |
| 31  | -0.00266 | +0.027 847 | -0.009 1084 | +0.1615 | -0.02749 | +0.0077 | +0.00080 | +0.010 546 | -0.003 8690 | -0.159  | +0.00269 | -0.01257 |
| 32  | -0.00262 | +0.027 894 | -0.009 0271 | +0.1597 | -0.02673 | +0.0078 | +0.00077 | +0.010 632 | -0.003 8469 | -0.159  | +0.00262 | -0.01233 |
| 33  | -0.00258 | +0.027 940 | -0.008 9452 | +0.1579 | -0.02607 | +0.0078 | +0.00075 | +0.010 718 | -0.003 8241 | -0.160  | +0.00255 | -0.01208 |
| 34  | -0.00254 | +0.027 985 | -0.008 8626 | +0.1560 | -0.02541 | +0.0079 | +0.00073 | +0.010 803 | -0.003 8007 | -0.160  | +0.00248 | -0.01184 |
| 35  | -0.00250 | +0.028 030 | -0.008 7793 | +0.1542 | -0.02476 | +0.0079 | +0.00070 | +0.010 887 | -0.003 7767 | -0.160  | +0.00241 | -0.01160 |
| 36  | -0.00245 | +0.028 073 | -0.008 6953 | +0.1524 | -0.02410 | +0.0079 | +0.00068 | +0.010 970 | -0.003 7530 | -0.160  | +0.00234 | -0.01136 |
| 37  | -0.00241 | +0.028 119 | -0.008 6107 | +0.1505 | -0.02344 | +0.0080 | +0.00066 | +0.011 053 | -0.003 7286 | -0.160  | +0.00226 | -0.01112 |
| 38  | -0.00237 | +0.028 163 | -0.008 5254 | +0.1487 | -0.02277 | +0.0080 | +0.00064 | +0.011 134 | -0.003 7066 | -0.161  | +0.00219 | -0.01088 |
| 39  | -0.00233 | +0.028 206 | -0.008 4395 | +0.1468 | -0.02210 | +0.0080 | +0.00061 | +0.011 215 | -0.003 6840 | -0.161  | +0.00212 | -0.01065 |
| 40  | -0.00228 | +0.028 248 | -0.008 3530 | +0.1450 | -0.02146 | +0.0081 | +0.00059 | +0.011 295 | -0.003 6618 | -0.161  | +0.00204 | -0.01041 |
| 41  | -0.00224 | +0.028 290 | -0.008 2688 | +0.1431 | -0.02086 | +0.0081 | +0.00057 | +0.011 374 | -0.003 6399 | -0.161  | +0.00197 | -0.01018 |
| 42  | -0.00220 | +0.028 331 | -0.008 1856 | +0.1413 | -0.02026 | +0.0082 | +0.00055 | +0.011 453 | -0.003 6189 | -0.161  | +0.00189 | -0.00995 |
| 43  | -0.00215 | +0.028 372 | -0.008 1005 | +0.1394 | -0.01967 | +0.0082 | +0.00053 | +0.011 530 | -0.003 5984 | -0.161  | +0.00182 | -0.00972 |
| 44  | -0.00211 | +0.028 412 | -0.008 0005 | +0.1376 | -0.01906 | +0.0083 | +0.00051 | +0.011 606 | -0.003 5783 | -0.161  | +0.00174 | -0.00950 |
| 45  | -0.00206 | +0.028 452 | -0.007 9108 | +0.1357 | -0.01844 | +0.0083 | +0.00049 | +0.011 683 | -0.003 5593 | -0.161  | +0.00167 | -0.00927 |
| 46  | -0.00202 | +0.028 491 | -0.007 8206 | +0.1339 | -0.01782 | +0.0084 | +0.00047 | +0.011 757 | -0.003 5397 | -0.161  | +0.00159 | -0.00905 |
| 47  | -0.00197 | +0.028 530 | -0.007 7288 | +0.1320 | -0.01720 | +0.0084 | +0.00046 | +0.011 830 | -0.003 5203 | -0.161  | +0.00151 | -0.00882 |
| 48  | -0.00193 | +0.028 568 | -0.007 6383 | +0.1301 | -0.01658 | +0.0084 | +0.00044 | +0.011 903 | -0.003 5007 | -0.161  | +0.00143 | -0.00860 |
| 49  | -0.00188 | +0.028 606 | -0.007 5462 | +0.1282 | -0.01596 | +0.0084 | +0.00042 | +0.011 975 | -0.003 4814 | -0.162  | +0.00136 | -0.00839 |
| 50  | -0.00183 | +0.028 643 | -0.007 4536 | +0.1264 | -0.01533 | +0.0085 | +0.00041 | +0.012 046 | -0.003 4628 | -0.162  | +0.00128 | -0.00817 |
| 51  | -0.00179 | +0.028 679 | -0.007 3604 | +0.1245 | -0.01471 | +0.0085 | +0.00039 | +0.012 117 | -0.003 4443 | -0.162  | +0.00120 | -0.00796 |
| 52  | -0.00174 | +0.028 715 | -0.007 2667 | +0.1226 | -0.01408 | +0.0085 | +0.00037 | +0.012 186 | -0.003 4260 | -0.162  | +0.00112 | -0.00775 |
| 53  | -0.00169 | +0.028 751 | -0.007 1724 | +0.1207 | -0.01346 | +0.0086 | +0.00036 | +0.012 254 | -0.003 4079 | -0.163  | +0.00104 | -0.00754 |
| 54  | -0.00165 | +0.028 786 | -0.007 0776 | +0.1188 | -0.01282 | +0.0086 | +0.00034 | +0.012 321 | -0.003 3897 | -0.163  | +0.00096 | -0.00733 |
| 55  | -0.00160 | +0.028 820 | -0.006 9820 | +0.1169 | -0.01219 | +0.0086 | +0.00033 | +0.012 388 | -0.003 3717 | -0.163  | +0.00088 | -0.00712 |
| 56  | -0.00155 | +0.028 854 | -0.006 8865 | +0.1150 | -0.01156 | +0.0086 | +0.00031 | +0.012 453 | -0.003 3539 | -0.163  | +0.00080 | -0.00692 |
| 57  | -0.00150 | +0.028 887 | -0.006 7899 | +0.1132 | -0.01093 | +0.0087 | +0.00030 | +0.012 518 | -0.003 3363 | -0.163  | +0.00072 | -0.00672 |
| 58  | -0.00145 | +0.028 919 | -0.006 6929 | +0.1113 | -0.01030 | +0.0087 | +0.00028 | +0.012 581 | -0.003 3189 | -0.163  | +0.00064 | -0.00652 |
| 59  | -0.00141 | +0.028 951 | -0.006 5954 | +0.1094 | -0.00967 | +0.0088 | +0.00027 | +0.012 644 | -0.003 3016 | -0.164  | +0.00055 | -0.00632 |
| 60  | -0.00136 | +0.028 983 | -0.006 4975 | +0.1075 | -0.00904 | +0.0088 | +0.00025 | +0.012 706 | -0.003 2844 | -0.164  | +0.00047 | -0.00613 |



| $23^h$ | $a_0$    | $a_1$       | $a_2$       | $d_1^2$ | $d_2^2$ | $d_3^2$ | $a_3^1$  | $a_3^2$ | $a_3^3$   | $d_3^1$ | $d_3^2$ | $d_3^3$ |
|--------|----------|-------------|-------------|---------|---------|---------|----------|---------|-----------|---------|---------|---------|
| 0m     | 0.000136 | 0.00028 983 | 0.0006 4975 | 0.01306 | 0.01075 | 0.0088  | 0.000025 | 0       | 0.012 706 | 0       | 0.0164  | 0.00547 |
| 1      | 0.000131 | 0.00029 014 | 0.0006 3990 | 0.01264 | 0.01056 | 0.0088  | 0.000034 | 0       | 0.012 766 | 0       | 0.0164  | 0.00539 |
| 2      | 0.000126 | 0.00029 045 | 0.0006 3001 | 0.01222 | 0.01037 | 0.0089  | 0.000033 | 0       | 0.012 826 | 0       | 0.0164  | 0.00530 |
| 3      | 0.000121 | 0.00029 074 | 0.0006 2007 | 0.01181 | 0.01018 | 0.0089  | 0.000032 | 0       | 0.012 885 | 0       | 0.0164  | 0.00521 |
| 4      | 0.000116 | 0.00029 104 | 0.0006 1008 | 0.01141 | 0.00999 | 0.0089  | 0.000031 | 0       | 0.012 943 | 0       | 0.0164  | 0.00513 |
| 5      | 0.000111 | 0.00029 133 | 0.0006 0004 | 0.01101 | 0.00980 | 0.0089  | 0.000030 | 0       | 0.013 001 | 0       | 0.0164  | 0.00505 |
| 6      | 0.000106 | 0.00029 162 | 0.0005 9006 | 0.01062 | 0.00961 | 0.0089  | 0.000029 | 0       | 0.013 058 | 0       | 0.0164  | 0.00496 |
| 7      | 0.000101 | 0.00029 188 | 0.0005 7984 | 0.01024 | 0.00944 | 0.0090  | 0.000028 | 0       | 0.013 115 | 0       | 0.0164  | 0.00488 |
| 8      | 0.000096 | 0.00029 216 | 0.0005 6967 | 0.00986 | 0.00923 | 0.0090  | 0.000027 | 0       | 0.013 172 | 0       | 0.0164  | 0.00479 |
| 9      | 0.000091 | 0.00029 241 | 0.0005 5946 | 0.00949 | 0.00904 | 0.0090  | 0.000026 | 0       | 0.013 229 | 0       | 0.0165  | 0.00471 |
| 10     | 0.000085 | 0.00029 268 | 0.0005 4920 | 0.00913 | 0.00884 | 0.0091  | 0.000025 | 0       | 0.013 286 | 0       | 0.0165  | 0.00462 |
| 11     | 0.000080 | 0.00029 294 | 0.0005 3896 | 0.00878 | 0.00865 | 0.0091  | 0.000024 | 0       | 0.013 343 | 0       | 0.0165  | 0.00453 |
| 12     | 0.000075 | 0.00029 318 | 0.0005 2870 | 0.00843 | 0.00846 | 0.0091  | 0.000023 | 0       | 0.013 400 | 0       | 0.0165  | 0.00444 |
| 13     | 0.000070 | 0.00029 343 | 0.0005 1848 | 0.00808 | 0.00827 | 0.0092  | 0.000022 | 0       | 0.013 457 | 0       | 0.0165  | 0.00435 |
| 14     | 0.000065 | 0.00029 367 | 0.0005 0826 | 0.00773 | 0.00808 | 0.0092  | 0.000021 | 0       | 0.013 514 | 0       | 0.0165  | 0.00427 |
| 15     | 0.000060 | 0.00029 390 | 0.0004 9803 | 0.00738 | 0.00789 | 0.0092  | 0.000020 | 0       | 0.013 571 | 0       | 0.0165  | 0.00418 |
| 16     | 0.000054 | 0.00029 412 | 0.0004 8781 | 0.00703 | 0.00769 | 0.0092  | 0.000019 | 0       | 0.013 628 | 0       | 0.0165  | 0.00409 |
| 17     | 0.000049 | 0.00029 435 | 0.0004 7758 | 0.00668 | 0.00750 | 0.0092  | 0.000018 | 0       | 0.013 685 | 0       | 0.0165  | 0.00400 |
| 18     | 0.000044 | 0.00029 456 | 0.0004 6734 | 0.00633 | 0.00731 | 0.0093  | 0.000017 | 0       | 0.013 742 | 0       | 0.0165  | 0.00391 |
| 19     | 0.000038 | 0.00029 477 | 0.0004 5710 | 0.00598 | 0.00711 | 0.0093  | 0.000016 | 0       | 0.013 799 | 0       | 0.0165  | 0.00382 |
| 20     | 0.000033 | 0.00029 497 | 0.0004 4686 | 0.00563 | 0.00692 | 0.0093  | 0.000015 | 0       | 0.013 856 | 0       | 0.0166  | 0.00373 |
| 21     | 0.000028 | 0.00029 517 | 0.0004 3662 | 0.00528 | 0.00673 | 0.0093  | 0.000014 | 0       | 0.013 913 | 0       | 0.0166  | 0.00364 |
| 22     | 0.000022 | 0.00029 537 | 0.0004 2638 | 0.00493 | 0.00654 | 0.0093  | 0.000013 | 0       | 0.013 970 | 0       | 0.0166  | 0.00355 |
| 23     | 0.000017 | 0.00029 555 | 0.0004 1614 | 0.00458 | 0.00634 | 0.0094  | 0.000012 | 0       | 0.014 027 | 0       | 0.0166  | 0.00346 |
| 24     | 0.000012 | 0.00029 574 | 0.0004 0590 | 0.00423 | 0.00615 | 0.0094  | 0.000011 | 0       | 0.014 084 | 0       | 0.0166  | 0.00337 |
| 25     | 0.000006 | 0.00029 591 | 0.0003 9566 | 0.00388 | 0.00595 | 0.0094  | 0.000010 | 0       | 0.014 141 | 0       | 0.0166  | 0.00328 |
| 26     | 0.000001 | 0.00029 608 | 0.0003 8542 | 0.00353 | 0.00576 | 0.0094  | 0.000009 | 0       | 0.014 198 | 0       | 0.0166  | 0.00319 |
| 27     | +        | 0.00029 625 | 0.0003 7518 | 0.00318 | 0.00557 | 0.0094  | 0.000008 | 0       | 0.014 255 | 0       | 0.0166  | 0.00310 |
| 28     | +        | 0.00029 641 | 0.0003 6494 | 0.00283 | 0.00537 | 0.0094  | 0.000007 | 0       | 0.014 312 | 0       | 0.0166  | 0.00301 |
| 29     | +        | 0.00029 656 | 0.0003 5470 | 0.00248 | 0.00518 | 0.0095  | 0.000006 | 0       | 0.014 369 | 0       | 0.0166  | 0.00292 |
| 30     | 0.000021 | 0.00029 671 | 0.0003 4446 | 0.00213 | 0.00498 | 0.0095  | 0.000005 | 0       | 0.014 426 | 0       | 0.0166  | 0.00282 |
| 31     | 0.000017 | 0.00029 685 | 0.0003 3422 | 0.00178 | 0.00479 | 0.0095  | 0.000004 | 0       | 0.014 483 | 0       | 0.0166  | 0.00273 |
| 32     | 0.000013 | 0.00029 699 | 0.0003 2398 | 0.00143 | 0.00460 | 0.0095  | 0.000003 | 0       | 0.014 540 | 0       | 0.0166  | 0.00264 |
| 33     | 0.000008 | 0.00029 712 | 0.0003 1374 | 0.00108 | 0.00440 | 0.0095  | 0.000002 | 0       | 0.014 597 | 0       | 0.0166  | 0.00255 |
| 34     | 0.000004 | 0.00029 724 | 0.0003 0350 | 0.00073 | 0.00421 | 0.0095  | 0.000001 | 0       | 0.014 654 | 0       | 0.0166  | 0.00245 |
| 35     | +        | 0.00029 736 | 0.0002 9326 | 0.00038 | 0.00402 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.014 711 | 0       | 0.0166  | 0.00236 |
| 36     | 0.000054 | 0.00029 748 | 0.0002 8302 | 0.00003 | 0.00382 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.014 768 | 0       | 0.0166  | 0.00227 |
| 37     | 0.000060 | 0.00029 758 | 0.0002 7278 | 0.00000 | 0.00362 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.014 825 | 0       | 0.0166  | 0.00217 |
| 38     | 0.000065 | 0.00029 769 | 0.0002 6254 | 0.00000 | 0.00343 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.014 882 | 0       | 0.0166  | 0.00208 |
| 39     | 0.000071 | 0.00029 778 | 0.0002 5230 | 0.00000 | 0.00323 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.014 939 | 0       | 0.0167  | 0.00199 |
| 40     | 0.000076 | 0.00029 787 | 0.0002 4206 | 0.00000 | 0.00304 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.014 996 | 0       | 0.0167  | 0.00189 |
| 41     | 0.000082 | 0.00029 796 | 0.0002 3182 | 0.00000 | 0.00284 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.015 053 | 0       | 0.0167  | 0.00180 |
| 42     | 0.000088 | 0.00029 804 | 0.0002 2158 | 0.00000 | 0.00265 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.015 110 | 0       | 0.0167  | 0.00170 |
| 43     | 0.000093 | 0.00029 811 | 0.0002 1134 | 0.00000 | 0.00245 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.015 167 | 0       | 0.0167  | 0.00161 |
| 44     | 0.000099 | 0.00029 818 | 0.0002 0110 | 0.00000 | 0.00226 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.015 224 | 0       | 0.0167  | 0.00152 |
| 45     | 0.000104 | 0.00029 825 | 0.0001 9086 | 0.00000 | 0.00206 | 0.0096  | 0.000000 | 0       | 0.015 281 | 0       | 0.0167  | 0.00142 |
| 46     | 0.000110 | 0.00029 830 | 0.0001 8062 | 0.00000 | 0.00187 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 338 | 0       | 0.0167  | 0.00133 |
| 47     | 0.000116 | 0.00029 835 | 0.0001 7038 | 0.00000 | 0.00167 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 395 | 0       | 0.0167  | 0.00123 |
| 48     | 0.000121 | 0.00029 840 | 0.0001 6014 | 0.00000 | 0.00148 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 452 | 0       | 0.0167  | 0.00114 |
| 49     | 0.000127 | 0.00029 844 | 0.0001 4990 | 0.00000 | 0.00128 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 509 | 0       | 0.0167  | 0.00104 |
| 50     | 0.000133 | 0.00029 847 | 0.0001 3966 | 0.00000 | 0.00109 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 566 | 0       | 0.0167  | 0.00095 |
| 51     | 0.000138 | 0.00029 850 | 0.0001 2942 | 0.00000 | 0.00089 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 623 | 0       | 0.0167  | 0.00085 |
| 52     | 0.000144 | 0.00029 853 | 0.0001 1918 | 0.00000 | 0.00070 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 680 | 0       | 0.0167  | 0.00076 |
| 53     | 0.000150 | 0.00029 854 | 0.0001 0894 | 0.00000 | 0.00050 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 737 | 0       | 0.0167  | 0.00066 |
| 54     | 0.000156 | 0.00029 856 | 0.0001 0000 | 0.00000 | 0.00031 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 794 | 0       | 0.0167  | 0.00056 |
| 55     | 0.000161 | 0.00029 856 | 0.0000 9000 | 0.00000 | 0.00011 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 851 | 0       | 0.0167  | 0.00047 |
| 56     | 0.000167 | 0.00029 856 | 0.0000 8000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 908 | 0       | 0.0167  | 0.00038 |
| 57     | 0.000172 | 0.00029 856 | 0.0000 7000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.015 965 | 0       | 0.0167  | 0.00028 |
| 58     | 0.000178 | 0.00029 855 | 0.0000 6000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.016 022 | 0       | 0.0167  | 0.00019 |
| 59     | 0.000184 | 0.00029 853 | 0.0000 5000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.016 079 | 0       | 0.0167  | 0.00010 |
| 60     | 0.000189 | 0.00029 851 | 0.0000 4000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0097  | 0.000000 | 0       | 0.016 136 | 0       | 0.0167  | 0.00000 |

Die Zahlen der zweiten Subcolumnen sind mit  $\tau = \frac{t_0 - 1850}{100}$  zu multipliciren, und sind in Einheiten der letzten Decimale angesetzt.

Tafel XIIIa.

vgl. pag.

| $\psi_n$ | 10°           | 20°     | 30° | 40°    | 50° | 60°   | 70° | 80°   | 90° | 100°  | 110° | 120°  | 130° | 140°  | 150° | 160°  | 170° |
|----------|---------------|---------|-----|--------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| $z$      | $\frac{1}{m}$ |         |     |        |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |       |      |
| 0.0      | —             | 2.954   | —   | 2.819  | —   | 2.598 | —   | 2.298 | —   | 1.928 | —    | 1.500 | —    | 1.026 | —    | 0.521 | —    |
| 0.1      | —             | 3.641   | —   | 3.417  | —   | 3.064 | —   | 2.609 | —   | 2.084 | —    | 1.520 | —    | 0.945 | —    | 0.383 | —    |
| 0.2      | —             | 4.628   | —   | 4.238  | —   | 3.656 | —   | 2.958 | —   | 2.218 | —    | 1.495 | —    | 0.825 | —    | 0.229 | —    |
| 0.3      | —             | 6.120   | —   | 5.400  | —   | 4.405 | —   | 3.327 | —   | 2.306 | —    | 1.414 | —    | 0.672 | —    | 0.072 | —    |
| 0.4      | —             | 8.512   | —   | 7.084  | —   | 5.329 | —   | 3.677 | —   | 2.318 | —    | 1.273 | —    | 0.496 | —    | 0.077 | —    |
| 0.5      | —             | 12.645  | —   | 9.570  | —   | 6.406 | —   | 3.940 | —   | 2.227 | —    | 1.079 | —    | 0.312 | —    | 0.209 | —    |
| 0.6      | —             | 20.484  | —   | 13.213 | —   | 7.507 | —   | 4.029 | —   | 2.024 | —    | 0.849 | —    | 0.134 | —    | 0.118 | —    |
| 0.7      | —             | 37.059  | —   | 18.181 | —   | 8.340 | —   | 3.866 | —   | 1.723 | —    | 0.606 | —    | 0.025 | —    | 0.403 | —    |
| 0.8      | —             | 75.407  | —   | 23.540 | —   | 8.494 | —   | 3.437 | —   | 1.364 | —    | 0.374 | —    | 0.156 | —    | 0.464 | —    |
| 0.9      | —             | 152.842 | —   | 26.110 | —   | 7.717 | —   | 2.814 | —   | 0.995 | —    | 0.169 | —    | 0.260 | —    | 0.505 | —    |
| 1.0      | —             | 187.805 | —   | 22.874 | —   | 6.210 | —   | 2.124 | —   | 0.656 | —    | 0.000 | —    | 0.338 | —    | 0.529 | —    |
| 1.1      | —             | 99.555  | —   | 15.960 | —   | 4.495 | —   | 1.483 | —   | 0.371 | —    | 0.132 | —    | 0.392 | —    | 0.541 | —    |
| 1.2      | —             | 38.581  | —   | 9.662  | —   | 3.000 | —   | 0.953 | —   | 0.147 | —    | 0.230 | —    | 0.429 | —    | 0.544 | —    |
| 1.3      | —             | 15.737  | —   | 5.505  | —   | 1.881 | —   | 0.549 | —   | 0.021 | —    | 0.300 | —    | 0.451 | —    | 0.540 | —    |
| 1.4      | —             | 7.122   | —   | 3.073  | —   | 1.110 | —   | 0.256 | —   | 0.143 | —    | 0.348 | —    | 0.462 | —    | 0.531 | —    |
| 1.5      | —             | 3.482   | —   | 1.690  | —   | 0.600 | —   | 0.051 | —   | 0.228 | —    | 0.379 | —    | 0.466 | —    | 0.519 | —    |
| 1.6      | —             | 1.768   | —   | 0.895  | —   | 0.267 | —   | 0.090 | —   | 0.286 | —    | 0.397 | —    | 0.463 | —    | 0.505 | —    |
| 1.7      | —             | 0.887   | —   | 0.427  | —   | 0.052 | —   | 0.185 | —   | 0.324 | —    | 0.407 | —    | 0.458 | —    | 0.490 | —    |
| 1.8      | —             | 0.404   | —   | 0.145  | —   | 0.088 | —   | 0.248 | —   | 0.348 | —    | 0.410 | —    | 0.449 | —    | 0.475 | —    |
| 1.9      | —             | 0.125   | —   | 0.029  | —   | 0.179 | —   | 0.289 | —   | 0.361 | —    | 0.408 | —    | 0.439 | —    | 0.459 | —    |
| 2.0      | +             | 0.042   | +   | 0.138  | +   | 0.237 | +   | 0.314 | +   | 0.368 | +    | 0.404 | +    | 0.428 | +    | 0.444 | +    |
| 2.1      | +             | 0.145   | +   | 0.207  | +   | 0.274 | +   | 0.329 | +   | 0.369 | +    | 0.397 | +    | 0.416 | +    | 0.429 | +    |
| 2.2      | +             | 0.209   | +   | 0.250  | +   | 0.297 | +   | 0.337 | +   | 0.368 | +    | 0.389 | +    | 0.404 | +    | 0.415 | +    |
| 2.3      | +             | 0.249   | +   | 0.277  | +   | 0.311 | +   | 0.340 | +   | 0.363 | +    | 0.380 | +    | 0.392 | +    | 0.401 | +    |
| 2.4      | +             | 0.273   | +   | 0.293  | +   | 0.317 | +   | 0.340 | +   | 0.358 | +    | 0.371 | +    | 0.381 | +    | 0.388 | +    |
| 2.5      | +             | 0.287   | +   | 0.302  | +   | 0.320 | +   | 0.337 | +   | 0.351 | +    | 0.361 | +    | 0.369 | +    | 0.375 | +    |
| 2.6      | +             | 0.295   | +   | 0.306  | +   | 0.319 | +   | 0.327 | +   | 0.343 | +    | 0.352 | +    | 0.358 | +    | 0.363 | +    |
| 2.7      | +             | 0.298   | +   | 0.306  | +   | 0.316 | +   | 0.324 | +   | 0.335 | +    | 0.342 | +    | 0.348 | +    | 0.352 | +    |
| 2.8      | +             | 0.298   | +   | 0.304  | +   | 0.312 | +   | 0.320 | +   | 0.327 | +    | 0.333 | +    | 0.337 | +    | 0.341 | +    |
| 2.9      | +             | 0.296   | +   | 0.301  | +   | 0.307 | +   | 0.314 | +   | 0.319 | +    | 0.324 | +    | 0.328 | +    | 0.331 | +    |
| 3.0      | +             | 0.293   | +   | 0.297  | +   | 0.302 | +   | 0.307 | +   | 0.311 | +    | 0.315 | +    | 0.318 | +    | 0.321 | +    |
| 3.1      | +             | 0.289   | +   | 0.292  | +   | 0.296 | +   | 0.300 | +   | 0.304 | +    | 0.307 | +    | 0.310 | +    | 0.312 | +    |
| 3.2      | +             | 0.284   | +   | 0.286  | +   | 0.289 | +   | 0.293 | +   | 0.296 | +    | 0.299 | +    | 0.301 | +    | 0.303 | +    |
| 3.3      | +             | 0.279   | +   | 0.281  | +   | 0.283 | +   | 0.286 | +   | 0.289 | +    | 0.291 | +    | 0.293 | +    | 0.294 | +    |
| 3.4      | +             | 0.273   | +   | 0.275  | +   | 0.277 | +   | 0.279 | +   | 0.282 | +    | 0.284 | +    | 0.285 | +    | 0.286 | +    |
| 3.5      | +             | 0.268   | +   | 0.269  | +   | 0.271 | +   | 0.273 | +   | 0.275 | +    | 0.276 | +    | 0.278 | +    | 0.279 | +    |
| 3.6      | +             | 0.262   | +   | 0.263  | +   | 0.265 | +   | 0.266 | +   | 0.268 | +    | 0.269 | +    | 0.271 | +    | 0.272 | +    |
| 3.7      | +             | 0.257   | +   | 0.258  | +   | 0.259 | +   | 0.260 | +   | 0.262 | +    | 0.263 | +    | 0.264 | +    | 0.265 | +    |
| 3.8      | +             | 0.251   | +   | 0.252  | +   | 0.253 | +   | 0.254 | +   | 0.255 | +    | 0.256 | +    | 0.257 | +    | 0.258 | +    |
| 3.9      | +             | 0.246   | +   | 0.247  | +   | 0.248 | +   | 0.249 | +   | 0.250 | +    | 0.250 | +    | 0.251 | +    | 0.252 | +    |

Tafel XIIIb.

Grenzen für  $m$ . vgl. pag. 365.

| $\psi_n$ | keine Lösung | eine Lösung | zwei Lösungen |
|----------|--------------|-------------|---------------|
| 0°       | 0.0000       | + 3.3791    | — 0.3333 — ∞  |
| 10       | — 0.0052     | + 3.3504    | — 0.3385 — ∞  |
| 20       | — 0.0383     | + 3.2650    | — 0.3547 — ∞  |
| 30       | — 0.1171     | + 3.1259    | — 0.3849 — ∞  |
| 40       | — 0.2481     | + 2.9376    | — 0.4351 — ∞  |
| 50       | — 0.4303     | + 2.7064    | — 0.5186 — ∞  |
| 60       | — 0.6581     | + 2.4400    | — 0.6667 — ∞  |
| 70       | — 0.9746     | + 2.1475    | — 0.9746 — ∞  |
| 80       | — 1.9196     | + 1.8386    | — 1.9196 — ∞  |
| 90       | — ∞          | + 1.5242    | — ∞           |
| 100      | — ∞          | + 1.2153    | + 1.9196 + ∞  |
| 110      | — ∞          | + 0.9230    | + 0.9746 + ∞  |
| 120      | — ∞          | + 0.6667    | + 0.6667 + ∞  |
| 130      | — ∞          | + 0.5186    | + 0.5186 + ∞  |
| 140      | — ∞          | + 0.4351    | + 0.4351 + ∞  |
| 150      | — ∞          | + 0.3849    | + 0.3849 + ∞  |
| 160      | — ∞          | + 0.3547    | + 0.3547 + ∞  |
| 170      | — ∞          | + 0.3385    | + 0.3385 + ∞  |
| 180      | — ∞          | + 0.3333    | + 0.3333 + ∞  |

Zwei Lösungen bei negativen  $m$  werden unmöglich, sobald  $\psi_n > 63^\circ 26' 1$ .  
Ist aber  $m$  positiv, so sind zwei Lösungen erst möglich, sobald  $\psi_n < 116^\circ 33' 9$ .

Tafel XIIIc.

vgl. pag. 365 und 370.

| $\lg(z\lambda)^{-3}$ | 7.2   | 7.3   | 7.4   | 7.5   | 7.6   | 7.7   | 7.8   | 7.9   | 8.0   | 8.1   | 8.2   | 8.3   | 8.4   |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\psi$               | log m |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 180°                 | 0.523 | 0.480 | 0.437 | 0.393 | 0.347 | 0.301 | 0.254 | 0.206 | 0.157 | 0.107 | 0.055 | 0.002 | 9.947 |
| 178                  | 0.523 | 0.480 | 0.437 | 0.393 | 0.348 | 0.302 | 0.255 | 0.206 | 0.157 | 0.107 | 0.055 | 0.002 | 9.947 |
| 176                  | 0.523 | 0.480 | 0.437 | 0.393 | 0.348 | 0.302 | 0.255 | 0.207 | 0.157 | 0.107 | 0.055 | 0.002 | 9.948 |
| 174                  | 0.523 | 0.481 | 0.437 | 0.393 | 0.348 | 0.302 | 0.255 | 0.207 | 0.158 | 0.108 | 0.056 | 0.003 | 9.948 |
| 172                  | 0.524 | 0.481 | 0.438 | 0.394 | 0.349 | 0.303 | 0.256 | 0.208 | 0.159 | 0.109 | 0.057 | 0.004 | 9.949 |
| 170                  | 0.524 | 0.482 | 0.438 | 0.394 | 0.350 | 0.304 | 0.257 | 0.209 | 0.160 | 0.110 | 0.058 | 0.005 | 9.951 |
| 168                  | 0.525 | 0.482 | 0.439 | 0.395 | 0.350 | 0.305 | 0.258 | 0.210 | 0.161 | 0.111 | 0.060 | 0.007 | 9.953 |
| 166                  | 0.526 | 0.483 | 0.440 | 0.396 | 0.352 | 0.306 | 0.259 | 0.211 | 0.163 | 0.113 | 0.061 | 0.009 | 9.955 |
| 164                  | 0.526 | 0.484 | 0.441 | 0.397 | 0.353 | 0.307 | 0.261 | 0.213 | 0.164 | 0.114 | 0.063 | 0.011 | 9.957 |
| 162                  | 0.527 | 0.485 | 0.442 | 0.399 | 0.354 | 0.309 | 0.262 | 0.215 | 0.166 | 0.116 | 0.065 | 0.013 | 9.960 |
| 160                  | 0.529 | 0.487 | 0.444 | 0.400 | 0.356 | 0.310 | 0.264 | 0.217 | 0.168 | 0.119 | 0.068 | 0.016 | 9.963 |
| 158                  | 0.530 | 0.488 | 0.445 | 0.402 | 0.358 | 0.312 | 0.266 | 0.219 | 0.171 | 0.121 | 0.071 | 0.019 | 9.966 |
| 156                  | 0.531 | 0.489 | 0.447 | 0.404 | 0.359 | 0.314 | 0.268 | 0.221 | 0.173 | 0.124 | 0.074 | 0.022 | 9.969 |
| 154                  | 0.533 | 0.491 | 0.449 | 0.405 | 0.361 | 0.317 | 0.271 | 0.224 | 0.176 | 0.127 | 0.077 | 0.026 | 9.973 |
| 152                  | 0.534 | 0.493 | 0.451 | 0.407 | 0.364 | 0.319 | 0.273 | 0.227 | 0.179 | 0.130 | 0.081 | 0.030 | 9.977 |
| 150                  | 0.536 | 0.495 | 0.453 | 0.410 | 0.366 | 0.322 | 0.276 | 0.230 | 0.182 | 0.134 | 0.084 | 0.034 | 9.982 |
| 148                  | 0.538 | 0.497 | 0.455 | 0.412 | 0.369 | 0.324 | 0.279 | 0.233 | 0.186 | 0.138 | 0.089 | 0.038 | 9.987 |
| 146                  | 0.540 | 0.499 | 0.457 | 0.414 | 0.371 | 0.327 | 0.282 | 0.236 | 0.190 | 0.142 | 0.093 | 0.043 | 9.992 |
| 144                  | 0.542 | 0.501 | 0.459 | 0.417 | 0.374 | 0.330 | 0.285 | 0.240 | 0.193 | 0.146 | 0.097 | 0.048 | 9.997 |
| 142                  | 0.544 | 0.503 | 0.462 | 0.420 | 0.377 | 0.333 | 0.289 | 0.244 | 0.197 | 0.150 | 0.102 | 0.053 | 0.003 |
| 140                  | 0.546 | 0.506 | 0.465 | 0.423 | 0.380 | 0.337 | 0.293 | 0.248 | 0.202 | 0.155 | 0.107 | 0.059 | 0.009 |
| 138                  | 0.549 | 0.508 | 0.467 | 0.426 | 0.383 | 0.340 | 0.296 | 0.252 | 0.206 | 0.160 | 0.113 | 0.064 | 0.015 |
| 136                  | 0.551 | 0.511 | 0.470 | 0.429 | 0.387 | 0.344 | 0.300 | 0.256 | 0.211 | 0.165 | 0.118 | 0.070 | 0.022 |
| 134                  | 0.554 | 0.514 | 0.473 | 0.432 | 0.390 | 0.348 | 0.304 | 0.260 | 0.216 | 0.170 | 0.124 | 0.077 | 0.029 |
| 132                  | 0.556 | 0.517 | 0.476 | 0.435 | 0.394 | 0.352 | 0.309 | 0.265 | 0.221 | 0.176 | 0.130 | 0.083 | 0.036 |
| 130                  | 0.559 | 0.519 | 0.479 | 0.439 | 0.397 | 0.356 | 0.313 | 0.270 | 0.226 | 0.181 | 0.136 | 0.090 | 0.043 |
| 128                  | 0.562 | 0.522 | 0.483 | 0.442 | 0.401 | 0.360 | 0.318 | 0.275 | 0.231 | 0.187 | 0.142 | 0.097 | 0.051 |
| 126                  | 0.565 | 0.526 | 0.486 | 0.446 | 0.405 | 0.364 | 0.322 | 0.280 | 0.237 | 0.193 | 0.149 | 0.104 | 0.059 |
| 124                  | 0.568 | 0.529 | 0.489 | 0.450 | 0.409 | 0.368 | 0.327 | 0.285 | 0.243 | 0.200 | 0.156 | 0.112 | 0.067 |
| 122                  | 0.571 | 0.532 | 0.493 | 0.453 | 0.414 | 0.373 | 0.332 | 0.291 | 0.248 | 0.206 | 0.163 | 0.120 | 0.076 |
| 120                  | 0.574 | 0.535 | 0.497 | 0.457 | 0.418 | 0.378 | 0.337 | 0.296 | 0.255 | 0.213 | 0.170 | 0.128 | 0.085 |
| 118                  | 0.577 | 0.539 | 0.500 | 0.461 | 0.422 | 0.382 | 0.342 | 0.302 | 0.261 | 0.219 | 0.178 | 0.136 | 0.094 |
| 116                  | 0.580 | 0.542 | 0.504 | 0.466 | 0.427 | 0.387 | 0.348 | 0.307 | 0.267 | 0.226 | 0.185 | 0.144 | 0.103 |
| 114                  | 0.583 | 0.546 | 0.508 | 0.470 | 0.431 | 0.392 | 0.353 | 0.313 | 0.273 | 0.233 | 0.193 | 0.153 | 0.113 |
| 112                  | 0.587 | 0.549 | 0.512 | 0.474 | 0.436 | 0.397 | 0.358 | 0.319 | 0.280 | 0.240 | 0.201 | 0.161 | 0.122 |
| 110                  | 0.590 | 0.553 | 0.516 | 0.478 | 0.440 | 0.402 | 0.364 | 0.325 | 0.287 | 0.248 | 0.209 | 0.170 | 0.132 |
| 108                  | 0.594 | 0.557 | 0.520 | 0.483 | 0.445 | 0.408 | 0.370 | 0.332 | 0.293 | 0.255 | 0.217 | 0.179 | 0.142 |
| 106                  | 0.597 | 0.561 | 0.524 | 0.487 | 0.450 | 0.413 | 0.375 | 0.338 | 0.300 | 0.263 | 0.225 | 0.189 | 0.153 |
| 104                  | 0.601 | 0.564 | 0.528 | 0.492 | 0.455 | 0.418 | 0.381 | 0.344 | 0.307 | 0.270 | 0.234 | 0.198 | 0.163 |
| 102                  | 0.604 | 0.568 | 0.532 | 0.496 | 0.460 | 0.423 | 0.387 | 0.351 | 0.314 | 0.278 | 0.242 | 0.207 | 0.173 |
| 100                  | 0.608 | 0.572 | 0.536 | 0.501 | 0.465 | 0.429 | 0.393 | 0.357 | 0.321 | 0.286 | 0.251 | 0.217 | 0.184 |
| 98                   | 0.611 | 0.576 | 0.541 | 0.505 | 0.470 | 0.434 | 0.399 | 0.364 | 0.328 | 0.294 | 0.260 | 0.227 | 0.195 |
| 96                   | 0.615 | 0.580 | 0.545 | 0.510 | 0.475 | 0.440 | 0.405 | 0.370 | 0.336 | 0.302 | 0.268 | 0.236 | 0.206 |
| 94                   | 0.618 | 0.584 | 0.549 | 0.515 | 0.480 | 0.445 | 0.411 | 0.377 | 0.343 | 0.310 | 0.277 | 0.246 | 0.217 |
| 92                   | 0.622 | 0.588 | 0.553 | 0.519 | 0.485 | 0.451 | 0.417 | 0.383 | 0.350 | 0.317 | 0.286 | 0.256 | 0.228 |
| 90                   | 0.626 | 0.592 | 0.558 | 0.524 | 0.490 | 0.456 | 0.423 | 0.390 | 0.357 | 0.325 | 0.295 | 0.266 | 0.238 |
| 88                   | 0.629 | 0.596 | 0.562 | 0.529 | 0.495 | 0.462 | 0.429 | 0.396 | 0.364 | 0.333 | 0.304 | 0.275 | 0.249 |
| 86                   | 0.633 | 0.600 | 0.566 | 0.533 | 0.500 | 0.467 | 0.435 | 0.403 | 0.372 | 0.341 | 0.312 | 0.285 | 0.260 |
| 84                   | 0.637 | 0.604 | 0.571 | 0.538 | 0.505 | 0.473 | 0.441 | 0.410 | 0.379 | 0.349 | 0.321 | 0.295 | 0.271 |
| 82                   | 0.640 | 0.607 | 0.575 | 0.542 | 0.510 | 0.478 | 0.447 | 0.416 | 0.386 | 0.357 | 0.330 | 0.305 | 0.282 |
| 80                   | 0.644 | 0.611 | 0.579 | 0.547 | 0.515 | 0.484 | 0.453 | 0.423 | 0.393 | 0.365 | 0.338 | 0.314 | 0.293 |
| 78                   | 0.647 | 0.615 | 0.583 | 0.552 | 0.520 | 0.489 | 0.459 | 0.429 | 0.400 | 0.373 | 0.347 | 0.324 | 0.304 |
| 76                   | 0.651 | 0.619 | 0.587 | 0.556 | 0.525 | 0.495 | 0.465 | 0.435 | 0.407 | 0.380 | 0.356 | 0.333 | 0.314 |



# ANHANG.

## ZUSAMMENSTELLUNG DER FÜR BAHNBESTIMMUNGEN NÖTHIGEN FORMELN.



## I. Vorbereitung der Beobachtungen für die Bahnbestimmung.

Bei der Auswahl der Beobachtungen für eine erste Bahnbestimmung wird man Anhang I. zwar möglichste Gleichheit der Zwischenzeiten erstreben, doch wird man von dieser Bedingung lieber Abstand nehmen als unsichere Beobachtungen in Rechnung ziehen, denn Ungleichheit der Zwischenzeiten vermindert wohl die Convergenz der Hypothesen und die Sicherheit des Resultates, stellt dieselben jedoch nicht in Frage; bietet sich die Gelegenheit, die Beobachtungen in irgend einer Weise zu controliren, so mache man davon Gebrauch, um nicht durch Fehler in denselben die Genauigkeit der Bahnbestimmung zu gefährden. Gerade bei ersten Bahnbestimmungen liegen meist nur Beobachtungen vor, die mehr oder minder hastig reducirt und nicht selten durch mangelhafte Sternpositionen und Rechnungsfehler von Seite der Beobachter entstellt erscheinen, so dass bei ihrer Auswahl und Benützung die möglichste Vorsicht empfohlen werden muss.

Die Vorbereitung der Beobachtungen für die Bahnbestimmung kann in verschiedener Weise vorgenommen werden, je nachdem genähert richtige Bahnelemente vorhanden sind oder nicht, und soll dem entsprechend unter doppeltem Gesichtspunkte betrachtet werden.

### A. Es sind keine Näherungen vorhanden.

Dieser Fall wird stets bei ersten Bahnbestimmungen eintreten. Die Ortszeit Anhang I. A. der Beobachtung wird durch Anbringen der Längendifferenz auf den Normalmeridian, für welchen hier Berlin gewählt werden soll, reducirt und die in Stunden, Minuten, Sekunden und deren Bruchtheilen erhaltene Berliner Zeit mit Hilfe der Tafel XIX des II. Bandes (II, pag. 633) vorliegenden Werkes auf fünf bis sechs Stellen genau in Decimaltheile des Tages verwandelt. Zu den so gefundenen Berliner Zeiten werden die Sonnenlängen, Radienvectoren und Sonnenbreiten dem Berliner Jahrbuche durch Interpolation mit Rücksicht auf zweite Differenzen entlehnt; man belässt bei der Breite die Hunderttheile der Bogensekunde, während man die Sonnenlänge auf Zehntheile der Bogensekunde und den Logarithmus des Radiusvectors auf die sechste Decimale abgekürzt ansetzt, weil bei ersten Bahnbestimmungen wohl eine sechstellige Rechnung ausreicht.



Anhang I. A.

Im Berliner Jahrbuche sind vom Jahrgang 1868 ab die Sonnen-Längen und -Breiten auf das mittlere Aequinoctium des zugehörigen tropischen Jahresanfangs bezogen; fallen etwa, wie dies bei ersten Bahnbestimmungen wohl eintreten kann, die Beobachtungen in verschiedene Jahre, so wird man die entlehnten Sonnen-coordinaten durch Anbringen der jährlichen Präcession auf das gewählte mittlere Aequinoctium reduciren; dieselbe

$$\left. \begin{aligned} \text{in Länge} &= \{ 50''235 + 0''000\,226 (t_0 - 1850) \} \\ \text{in Breite} &= \{ -0''479 + 0''000\,006 (t_0 - 1850) \} \sin (L - \Pi) \end{aligned} \right\} 1) \text{ [vergl. 58) pag. 230]} \\ \Pi &= 173^\circ 0' + 0'548 (t_0 - 1850),$$

ist additiv an die Sonnencoordinaten anzubringen, wenn der Übergang auf den folgenden, subtractiv, wenn derselbe auf den vorangehenden Jahresanfang ausgeführt werden soll.

Da die Beobachtungen auf dasselbe mittlere Aequinoctium bezogen werden müssen, so wird man, nachdem die Rectascension aus dem Zeitmass in Bogenmass umgesetzt ist, die beobachteten Coordinaten zunächst auf das mittlere Aequinoctium des betreffenden tropischen Jahresanfanges reduciren und hierzu die Formeln verwenden, welche die vollständige Fixstern-Aberration enthalten, nämlich:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \text{scheinb. } \alpha - \{ f + g \sin (G + \alpha) \operatorname{tg} \delta + h \sin (H + \alpha) \sec \delta + h_0 \sin (H_0 + \alpha) \sec \delta \} \\ \delta &= \text{scheinb. } \delta - \{ g \cos (G + \alpha) + h \cos (H + \alpha) \sin \delta + h_0 \cos (H_0 + \alpha) \sin \delta + (i + i_0) \cos \delta \} \\ \log h_0 &= 9.534, \quad H_0 = 350^\circ 5' - 0^\circ 016 (t_0 - 1850), \quad i_0 = -0''024 - 0''000\,04 (t_0 - 1850); \end{aligned} \right\} 2) \text{ [vergl. 4 b) pag. 251]}$$

die Grössen  $f$ ,  $g$ ,  $G$ ,  $h$ ,  $H$  und  $i$  sind dem Berliner astronomischen Jahrbuche zu entnehmen. Würde man die in diesem Werke aufgenommenen Aberrationstafeln für die Ermittlung jener Grössen benutzen, so hätte man  $h_0$  und  $i_0$  der Null gleich zu setzen.

Begnügt man sich mit einer geringeren Genauigkeit, so können die von  $h_0$  und  $i_0$  abhängigen Glieder ganz übergangen, und zur Reduction auf das mittlere Aequinoctium die für einen benachbarten Fixstern geltenden, anderweitigen Rechnungen zu entlehnenden Werthe benützt werden.

Wenn die Beobachtungen in verschiedenen Jahren liegen, so hat man die auf das mittlere Aequinoctium des zugehörigen tropischen Jahresanfanges reducirten Coordinaten durch Anbringen der jährlichen Präcession auf jenes mittlere Aequinoctium, welches für die Sonnencoordinaten gewählt wurde, zu übertragen; die diesbezüglichen Formeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\alpha}{dt} &= \{ 46''059 + 0''000\,284 (t_0 - 1850) \} + \{ 20''051 - 0''000\,087 (t_0 - 1850) \} \sin \alpha \operatorname{tg} \delta \\ \frac{d\delta}{dt} &= \{ 20''051 - 0''000\,087 (t_0 - 1850) \} \cos \alpha, \end{aligned} \right\} 3) \text{ [vergl. 57. pag. 230]}$$

diese Correctionen sind an die mittleren Rectascensionen und Declinationen additiv anzubringen, wenn die Übertragung auf den folgenden, subtractiv, wenn dieselbe auf den vorhergehenden Jahresanfang ausgeführt werden soll.

Die auf das mittlere Aequinoctium bezogenen Rectascensionen und Declinationen werden mit Hilfe der für dieselbe Epoche geltenden mittleren Schiefe der Ekliptik  $\epsilon$  in Länge und Breite umgesetzt nach den Formeln:

$$\left. \begin{aligned} n \sin N &= \sin \delta \\ n \cos N &= \sin \alpha \cos \delta \\ \sin \lambda \cos \beta &= n \cos (N - \epsilon) \\ \cos \lambda \cos \beta &= \cos \alpha \cos \delta \\ \sin \beta &= n \sin (N - \epsilon), \\ \text{Probe: } \sin (\lambda - \alpha) &= 2 \cos \alpha \sec \beta \cdot n \sin \frac{1}{2} \epsilon \sin (N - \frac{1}{2} \epsilon) \\ \sin \frac{1}{2} (\delta - \beta) &= \sec \frac{1}{2} (\delta + \beta) \cdot n \sin \frac{1}{2} \epsilon \cos (N - \frac{1}{2} \epsilon). \end{aligned} \right\} 4) \text{ [vergl. 11) pag. 14]}$$

Um die Parallaxe und die Sonnenbreiten aus dem Probleme zu eliminiren, ist der Übergang auf den locus fictus zu machen. Zu diesem Ende leitet man aus der mittleren Ortszeit der Beobachtung die Ortssternzeit  $\theta$  ab nach [vergl. pag. 25 ff]:  
 $\theta = \text{Ortszeit} + \text{Acceleration für Berliner Zeit} + \text{Sternzeit im Berliner Mittag}$ , 5)  
 zur Ermittlung der Acceleration für Berliner Zeit wird die Tafel I (pag. 454) des vorliegenden Bandes gute Dienste leisten; hierauf bestimmt man  $\varphi'$ , die geocentrische Polhöhe und  $h$ , den geocentrischen Abstand des Beobachtungsortes in Einheiten des Aequatorhalbmessers nach den Formeln (vergl. pag. 31 und 32):

$$\begin{aligned} \varphi' &= \varphi - 11'5 \sin 2\varphi \\ \log h &= 9.999\,27 + 0.000\,73 \cos 2\varphi, \end{aligned}$$

in welchen Formeln  $\varphi$  die geographische Breite des Beobachtungsortes darstellt; das Berliner Jahrbuch gibt in dem Verzeichnisse der geographischen Lage verschiedener Sternwarten für alle in demselben aufgenommenen Orte die Grössen  $\varphi'$  und  $\log h$ .

Dann wird bestimmt:

$$\left. \begin{aligned} n' \sin N' &= \sin \varphi' \\ n' \cos N' &= \sin \theta \cos \varphi' \\ \sin (l) \cos b &= n' \cos (N' - \epsilon) \\ \cos (l) \cos b &= \cos \theta \cos \varphi' \\ \sin b &= n' \sin (N' - \epsilon); \end{aligned} \right\} 6a) \text{ [vergl. 32) pag. 37]}$$

für  $l$  wird man zu setzen haben:

$$l = (l) - (\text{Präcession} + \text{Nutation in Länge}), 6b)$$

um die Reduction auf das gewählte mittlere Aequinoctium mit hinreichender Genauigkeit zu bewirken.

Sind die geocentrischen Breiten des Himmelskörpers nicht allzu klein ( $\beta > 1^\circ$ ), so wird man sich mit Vortheil der folgenden Formeln bedienen:

$$\left. \begin{aligned} \text{Correction der Sonnenlänge: } \left. \begin{aligned} \right\} &= \cotg \beta \left[ B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b \right] \sin (L_0 - \lambda) + \frac{h\pi}{R_0} \cos b \sin (L_0 - l) \\ \text{Correction von } \log R_0: \left. \begin{aligned} \right\} &= M \left\{ \cotg \beta \left[ B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b \right] \cos (L_0 - \lambda) + \frac{h\pi}{R_0} \cos b \cos (L_0 - l) \right\} \\ \text{Correction der Beobachtungszeit: } \left. \begin{aligned} \right\} &= \text{cosec } \beta R_0 \left[ B - \frac{h\pi}{R_0} \sin b \right] C \end{aligned} \right\} 7) \text{ [vergl. 35) pag. 39]} \\ \pi &= 8''848, \quad \log \pi = 0.9468 \\ \log M &= 1.3234, \quad \log C = 2.4469 - 10; \end{aligned}$$

hierbei wird die Correction der Sonnenlänge in Bogensekunden, die Correction von  $\log R_0$  in Einheiten der siebenten Decimale, die Correction der Beobachtungszeit in Einheiten des mittleren Sonnentages erhalten. Bringt man die letzterwähnte,

Anhang I. A. meist verschwindend kleine Correction an die früher ermittelten, für den Berliner Meridian geltenden Zeitangaben an, so ergeben sich jene Werthe von  $t$ ,  $t''$ ,  $t'''$ , welche der ersten Bahnbestimmung zu Grunde zu legen sind; die oben nach 4) ermittelten Längen  $\lambda$ ,  $\lambda''$ ,  $\lambda'''$  und Breiten  $\beta$ ,  $\beta''$ ,  $\beta'''$  werden unverändert beibehalten, während die aus dem Berliner Jahrbuch entlehnten Sonnenlängen  $L_0$  und die Logarithmen der Radienvectoren um die nach 7) erhaltenen Correctionen zu verbessern sind; die Sonnenbreiten, durch Einführung des locus fictus eliminirt, sind der Null gleich zu setzen.

Sind aber die geocentrischen Breiten klein ( $\beta < 1^\circ$ ), so wird die Einführung des locus fictus misslich und es empfiehlt sich, statt desselben die parallaktisch veränderten Sonnenorte einzuführen, man wird also setzen:

$$\left. \begin{aligned} L &= L_0 + \frac{h\pi \cos b}{R_0} \sin(L_0 - l) \\ B &= B_0 - \frac{h\pi \sin b}{R_0} \\ \log R &= \log R_0 + \frac{h\pi \cos b}{R_0} \cos(L_0 - l) M \\ \log \pi &= 0.9468 \\ \log M &= 1.3234. \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \\ \\ 8) \text{ [vergl. 9) pag. 273]} \\ \\ \end{array}$$

Die Correctionen von  $L_0$  und  $B_0$  werden in Bogensekunden, die von  $\log R_0$  in Einheiten der siebenten Decimale erhalten. Von diesen Formeln wird man wohl nur bei Planetenbahnen Gebrauch zu machen haben, da der Fall von so ausserordentlich kleinen Breiten bei Kometen selten genug eintreten wird; in der folgenden Zusammenstellung wird deshalb für die Bestimmung von Kometenbahnen stets  $B=0$  angenommen. Wird die Berücksichtigung der Breite  $B$  nothwendig, so sind auch die aus derselben entstehenden Correctionsglieder, welche in den diesbezüglichen Formeln immer in relativ kleinem Format erscheinen, in Rechnung zu ziehen.

### B. Es sind Näherungen vorhanden.

Anhang I. B. Wenn durch vorausgehende Rechnungen genäherte Elemente bekannt sind, so wird man aus denselben zunächst die für die Beobachtungszeiten geltenden geocentrischen Distanzen  $q$ ,  $q''$ ,  $q'''$  ableiten; die um die Beträge:

$$\left. \begin{aligned} 498^s 65 q \\ \log 498^s 65 &= 2.6978 \end{aligned} \right\} 1)$$

verminderten Beobachtungszeiten werden durch Anbringen der Längendifferenz auf den Normalmeridian, für welchen hier Berlin gewählt werden soll, bezogen, dann mit Hilfe der Tafel XIX des II. Bandes vorliegenden Werkes auf fünf bis sechs Stellen genau in Decimaltheile des Tages umgesetzt und als  $t$ ,  $t''$ ,  $t'''$  den weiteren Rechnungen zu Grunde gelegt. Für die so erhaltenen Zeitmomente werden die Sonnenlängen, Radienvectoren und Sonnenbreiten dem Berliner Jahrbuche durch Interpolation mit Rücksicht auf zweite Differenzen entlehnt; man belässt bei der Breite die Hunderttheile der Bogensekunde, während man die Sonnenlänge auf Zehnthelle der Bogensekunde und den Logarithmus des Radiusvectors auf die sechste Decimale abgekürzt ansetzt, weil bei ersten Bahnbestimmungen wohl eine sechsstellige Rechnung ausreicht. Im Berliner Jahrbuche sind vom Jahrgang 1868 ab die Sonnen-Längen und -Breiten auf das mittlere Aequinoctium des zugehörigen tropischen Jahresanfangs bezogen; fallen etwa, wie dies bei ersten Bahnbestimmungen wohl eintreten kann, die Beobachtungen in verschiedene Jahre, so wird

man die entlehnten Sonnenkoordinaten durch Anbringung der jährlichen Präcession *Anhang I. B.* auf das gewählte mittlere Aequinoctium reduciren; dieselbe

$$\left. \begin{aligned} \text{in Länge} &= \{ 50''235 + 0''000\,226 (t_0 - 1850) \} \\ \text{in Breite} &= \{ - 0''479 + 0''000\,006 (t_0 - 1850) \} \sin(L - \Pi) \end{aligned} \right\} 2) \quad [\text{vergl. 58) pag. 230}]$$

$$\Pi = 173^\circ 0' + 0'548 (t_0 - 1850),$$

ist an die Sonnenkoordinaten additiv anzubringen, wenn der Übergang auf den folgenden, subtractiv, wenn dieser auf den vorangehenden Jahresanfang ausgeführt werden soll. Die so erhaltenen Sonnenlängen  $L$  und die aus den Ephemeriden entlehnten Logarithmen der Radienvectoren sind unmittelbar der Rechnung zu Grunde zu legen.

Die Beobachtungen selbst werden zunächst von dem Einflusse der Parallaxe zu befreien sein; zu diesem Ende leitet man aus der mittleren Ortszeit der Beobachtung die Ortssternzeit  $\theta$  ab nach (vergl. pag. 25 ff.):

$\theta = \text{Ortszeit} + \text{Acceleration für Berliner Zeit} + \text{Sternzeit im Berliner Mittag,}$   
zur Ermittlung der Acceleration für Berliner Zeit wird die Tafel I (pag. 454) des vorliegenden Bandes gute Dienste leisten; hierauf berechnet man die Parallaxe mit Benützung der Tafel III (pag. 456 ff.) nach:

$$\left. \begin{aligned} \text{tg } \gamma &= \frac{\text{tg } \varphi'}{\cos(\theta - \alpha)} \\ \Delta\alpha &= \frac{A \sin(\theta - \alpha)}{q \cos \delta} \\ \Delta\delta &= \frac{D \sin(\gamma - \delta)}{q \sin \gamma} \end{aligned} \right\} 3) \quad [\text{vergl. 30) pag. 35}]$$

und erhält Correctionen, welche die Variationen von  $\alpha$  in Zeitsekunden, von  $\delta$  in Bogensekunden geben und additiv an die Beobachtungen anzubringen sind; die in Zeitmass angesetzten Rectascensionen sind dann in Bogenmass zu verwandeln.

Die so verbesserten geocentrischen Coordinaten, welche durch die nach Formel 1) (pag. 662) ermittelte Aberrationscorrection auf das wahre Aequinoctium bezogen erscheinen, müssen mit Hilfe der Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \text{wahres } \alpha - \{ f + g \sin(G + \alpha) \text{tg } \delta \} \\ \delta &= \text{wahres } \delta - g \cos(G + \alpha), \end{aligned} \right\} 4) \quad (\text{vergl. pag. 251})$$

auf das mittlere Aequinoctium des tropischen Jahresanfanges reducirt werden; die Grössen  $f$ ,  $g$  und  $G$  sind dem Berliner Jahrbuche zu entnehmen. Liegen die Beobachtungen in verschiedenen Jahren, so hat man die auf das mittlere Aequinoctium des zugehörigen tropischen Jahresanfanges reducirten Coordinaten durch Anbringen der jährlichen Präcession auf das mittlere Aequinoctium, welches für die Sonnenkoordinaten gewählt wurde, zu übertragen; die diesbezüglichen Formeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\alpha}{dt} &= \{ 46''059 + 0''000\,284 (t_0 - 1850) \} + \{ 20''051 - 0''000\,087 (t_0 - 1850) \} \sin \alpha \text{tg } \delta \\ \frac{d\delta}{dt} &= \{ 20''051 - 0''000\,087 (t_0 - 1850) \} \cos \alpha. \end{aligned} \right\} 5) \quad [\text{vergl. 57) pag. 230}]$$

Diese Correctionen sind an die mittleren Rectascensionen und Declinationen additiv anzubringen, wenn der Uebergang auf den folgenden, subtractiv, wenn derselbe auf den vorangehenden Jahresanfang ausgeführt werden soll.

Nach der Reduction auf das mittlere Aequinoctium werden die geocentrischen

Anhang I. B. Rectascensionen und Declinationen mit Hilfe der für dieselbe Epoche geltenden mittleren Schiefe der Ekliptik  $\epsilon$  in Länge und Breite umgesetzt gemäss den Formeln:

$$\left. \begin{aligned} n \sin N &= \sin \delta \\ n \cos N &= \sin \alpha \cos \delta \\ \sin \lambda \cos \beta' &= n \cos (N - \epsilon) \\ \cos \lambda \cos \beta' &= \cos \alpha \cos \delta \\ \sin \beta' &= n \sin (N - \epsilon), \end{aligned} \right\} 6) \text{ [vergl. 11) pag. 14]}$$

$$\text{Probe: } \left. \begin{aligned} \sin (\lambda - \alpha) &= 2 \cos \alpha \sec \beta' \cdot n \sin \frac{1}{2} \epsilon \sin (N - \frac{1}{2} \epsilon) \\ \sin \frac{1}{2} (\delta - \beta') &= \sec \frac{1}{2} (\delta + \beta') \cdot n \sin \frac{1}{2} \epsilon \cos (N - \frac{1}{2} \epsilon). \end{aligned} \right\}$$

Die so erhaltenen Längen sind unverändert der Bahnbestimmung zu Grunde zu legen, die Breiten aber bedürfen wegen der Elimination der Sonnenbreite  $B$  noch einer Correction und zwar:

$$\beta = \beta' - \frac{\cos \beta'}{\varrho} B. \quad 7) \text{ [vergl. 2) pag. 41]}$$

Die so corrigirten Breiten sind für die weiteren Rechnungen zu verwenden.

## II. Ermittlung parabolischer Bahnelemente aus drei Beobachtungen.

### A. Grundlagen der Rechnung und Entscheidung über die einzuschlagende Methode.

Anhang II. A. Die Grundlagen der Rechnung sind:

| Beobachtung: | mittl. Berl. Zeit: | Länge des Kometen: | Breite des Kometen: | Sonnenlänge: | log (Sonnendistanz): |
|--------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------|----------------------|
| 1            | $t$ ,              | $\lambda$ ,        | $\beta$ ,           | $I$ ,        | $\log R$ ,           |
| 2            | $t''$ ,            | $\lambda''$ ,      | $\beta''$ ,         | $L''$ ,      | $\log R''$ ,         |
| 3            | $t'''$ ,           | $\lambda'''$ ,     | $\beta'''$ ,        | $L'''$ ,     | $\log R'''$ .        |

} 1)

Zur Ermittlung der geocentrischen Entfernungen  $\varrho$ , und  $\varrho'''$ , in welchen der Komet zur Zeit der ersten und letzten Beobachtung steht, wird man sich zweier verschiedener Methoden bedienen können, die erste ist die bequemere, die zweite die genauere. Die Anwendung der letzteren erfordert jedoch eine so bedeutende Mehrarbeit, dass dieselbe nur in dem Fall (Ausnahmefall) Vorthail bringt, wenn sie durch die Umstände selbst geboten erscheint; man wird deshalb vor Beginn der eigentlichen Bahnbestimmung über die dem vorgelegten Fall entsprechende Methode sich entscheiden müssen. Zu diesem Zwecke bestimmt man durch eine drei- oder vierstellige Rechnung:

$$\operatorname{tg} W' = - \frac{\beta''' - \beta'}{\lambda''' - \lambda'} \sec \beta'', \quad \operatorname{tg} W_0 = \operatorname{tg} (\lambda''' - L'') \operatorname{cosec} \beta'', \quad 2) \text{ [vgl. 14), 16) pag. 287]}$$

in welchen Formeln die Winkel  $W'$  und  $W_0$  stets kleiner als  $180^\circ$  angenommen werden dürfen; der absolute Werth von  $\cos (W' - W_0)$  ist unmittelbar ein Mass der Genauigkeit der ersten Methode, wenn jene der zweiten Methode der Einheit

gleichgesetzt wird. Im Allgemeinen wird es sich empfehlen, die Wahl der Methode Aushang II. A. unter die folgenden Bedingungen zu stellen, d. h.:

wenn  $\cos(W, - W_0) > \frac{1}{2}$ , die erste Methode (pag. 665 ff.) }  
 wenn  $\cos(W, - W_0) < \frac{1}{2}$ , die zweite Methode (pag. 667 ff.), } 3) [vgl. 18] pag. 287]

anzuwenden. Jede derselben führt zur Kenntniss von  $\varrho$ , und  $\varrho_m$ , aus welchen Grössen nach den Formeln des Abschnittes C (pag. 670) die Elemente bestimmt werden können.

## B. Bestimmung von $\varrho$ , und $\varrho_m$ .

### α. 1. Methode.

$$\left. \begin{aligned} \cotg J &= \frac{\sin(\lambda_m - L_m)}{\tg \beta_m} \\ Z &= \sin \beta, \cotg J - \sin(\lambda, - L_m) \cos \beta, \\ N &= \sin(\lambda_m - L_m) \cos \beta_m - \sin \beta_m \cotg J \\ M &= \frac{t_m - t_r}{t_r - t_r} \cdot \frac{Z}{N^*}. \end{aligned} \right\} 1) \text{ [vgl. 3) und 4) pag. 283]} \quad \text{Anh. II. B. α.}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi &= \cos \beta, \cos(\lambda, - L_r), & \cos \psi_m &= \cos \beta_m \cos(\lambda_m - L_m) \\ \sin \psi, \cos P &= \cos \beta, \sin(\lambda, - L_r), & \sin \psi_m \cos P_m &= \cos \beta_m \sin(\lambda_m - L_m) \\ \sin \psi, \sin P &= \sin \beta, & \sin \psi_m \sin P_m &= \sin \beta_m. \end{aligned} \right\} 2) \text{ [vgl. 3) pag. 291]}$$

Die Bogen  $P$ , und  $P_m$  werden in der weiteren Rechnung nicht gebraucht,  $\sin \psi$ , und  $\sin \psi_m$  sind stets positiv anzusetzen und müssen den Cosinuswerthen entsprechen.

$$\left. \begin{aligned} g \cos(G - L_r) &= R_m \cos(L_m - L_r) - R, \\ g \sin(G - L_r) &= R_m \sin(L_m - L_r). \end{aligned} \right\} 3) \text{ [vgl. 11) pag. 292]}$$

$g$ , die Sehne zwischen dem ersten und dritten Sonnenorte, kann stets positiv gewählt werden, welcher Bedingung entsprechend der Quadrant für  $(G - L_r)$  bestimmt werden muss.

$$\left. \begin{aligned} h \cos \zeta \cos(H - \lambda_m) &= M \cos \beta_m - \cos(\lambda_m - \lambda_r) \cos \beta, \\ h \cos \zeta \sin(H - \lambda_m) &= \sin(\lambda_m - \lambda_r) \cos \beta, \\ h \sin \zeta &= M \sin \beta_m - \sin \beta; \end{aligned} \right\} 4) \text{ [vgl. 9) pag. 292]}$$

$h$  und  $\cos \zeta$  sind stets positiv zu nehmen und danach ist der Quadrant für  $(H - \lambda_m)$  zu bestimmen.

$$\left. \begin{aligned} \cos \varphi &= \cos \zeta \cos(G - H) \\ \sin \varphi \cos Q &= \cos \zeta \sin(G - H) \\ \sin \varphi \sin Q &= \sin \zeta. \end{aligned} \right\} 5) \text{ [vgl. 7) pag. 292]}$$

Der Bogen  $Q$  wird in der weiteren Rechnung nicht gebraucht,  $\sin \varphi$  ist stets positiv anzusetzen und muss dem Cosinuswerth entsprechen, welche Bedingung das Mittel zu einer sehr beschränkten Prüfung der Rechnung bildet.

Die bei den Versuchen auftretenden constanten Hilfsgrössen berechnet man nach:

\*) Falls genäherte Elemente bekannt wären, berechnet man ( $M$ ) nach 21) pag. 289 und 22) pag. 290.

$$\left. \begin{aligned} \text{Anh. II. B. } \alpha. \tau &= 2k(t_m - t_i), & \log 2k &= 8.536\,611 - 10 \\ \Gamma &= \frac{g}{h} \sin \varphi, & A &= \frac{g \sin \varphi}{\tau} \\ B &= R \sin \psi, & B_m &= \frac{R_m \sin \psi_m}{M} \\ C_m &= R_m \sin \psi_m \\ f_i &= R \cos \psi, - \frac{g}{h} \cos \varphi, & f_m &= \frac{R_m \cos \psi_m}{M} - \frac{g}{h} \cos \varphi. \end{aligned} \right\} 6a) \text{ [vgl. 16) pag. 294]}$$

Sind die Beobachtungszeiten nicht bereits für Aberration corrigirt, und will man diese in der folgenden Rechnung berücksichtigen, so hat man zu bestimmen:

$$\left. \begin{aligned} x &= \alpha \frac{M-1}{t_m - t_i}, \\ \log \alpha &= 7.3991 - 10. \end{aligned} \right\} 6b) \text{ [vgl. 28) pag. 297]}$$

Bei den weiteren Versuchen wählt man als Unbekannte:

$$x = \log(r, + r_m)_a,$$

und wird, wenn sonst keine Näherungen bekannt sind, beim ersten derselben  $x = 0.301\,030$  setzen können; mit jeder Annahme über  $x$  hat man das folgende Formelsystem durchzurechnen, um schliesslich zur Kenntnis jener Werthe von  $r$ , und  $r_m$  zu gelangen, die dem angenommenen Werthe von  $x$  entsprechen:

$$\left. \begin{aligned} \eta &= \frac{\tau}{(r, + r_m)_a^{\frac{1}{2}}}, & \eta \text{ als Argument für } \mu \text{ nach Tafel VII.} \\ \cos \vartheta &= \frac{A}{\mu} \sqrt{(r, + r_m)_a}, & \vartheta \text{ stets im ersten Quadranten.} \\ \operatorname{tg} \theta, &= \frac{\Gamma \operatorname{tg} \vartheta - f_i}{B_i}, & \operatorname{tg} \theta_m &= \frac{\Gamma \operatorname{tg} \vartheta - f_m}{B_m} \\ & & \cos \theta, \text{ und } \cos \theta_m & \text{ stets positiv.} \\ r, &= B, \sec \theta,, & r_m &= C_m \sec \theta_m \\ y &= \log(r, + r_m)_e; \end{aligned} \right\} 7a) \text{ [vgl. 17) pag. 294]}$$

$y$  muss mit  $x$  identisch sein ( $x = y$ ), wenn über  $x$  die richtige Annahme gemacht wurde; im Allgemeinen wird aber eine Differenz auftreten, welche man zur genaueren Bestimmung des Werthes der Unbekannten verwenden kann, indem man rechnet:

$$\left. \begin{aligned} \sin \gamma &= \eta \mu, \quad \gamma < 90^\circ, \quad \operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma = \frac{\sin \gamma}{2 \cos \frac{1}{2} \gamma^2} \\ n &= 1 + (\sin \theta, + M \sin \theta_m) \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma}{h \sin \vartheta} \frac{10^x}{10^y}, \quad \log \frac{10^x}{10^y} = x - y \\ x' &= x - \frac{x - y}{n}; \end{aligned} \right\} 7b) \text{ [vgl. 21) und 26) pag. 295]}$$

$x'$  ist der für den folgenden Versuch anzuwendende verbesserte Werth. Die Durchrechnung der Formeln 7a) und 7b) ist so lange fortzusetzen, bis  $y = x$  gefunden wird; unter strenger Befolgung der hier gegebenen Ausdrücke wird meist der dritte Versuch dieser Bedingung genügen. Sind die Beobachtungen, wie dies bei ersten Bahnbestimmungen der Fall ist, noch mit der Planetenaberration behaftet, so wird man, um deren Einfluss zu berücksichtigen, nach jedem Versuch noch rechnen müssen:



$$\left. \begin{aligned} d \log q, &= \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma}{h \sin \vartheta} \cdot \frac{(r_i + r_m) s}{\Gamma \operatorname{tg} \vartheta + \frac{g}{h} \cos \varphi} \cdot \frac{x - y}{n} \\ \log q' &= \log \left( \Gamma \operatorname{tg} \vartheta + \frac{g}{h} \cos \varphi \right) + d \log q, \\ d \log \tau &= -x q', \quad d \log A = x q'; \end{aligned} \right\} 7c) \quad \left[ \begin{array}{l} \text{vgl. 23) pag. 295} \\ \text{vgl. 29) pag. 297} \end{array} \right]$$

Ann. II. B. 9.

$d \log \tau$  und  $d \log A$  sind die Verbesserungen, welche man an die bezüglichen in 6a) ermittelten Constanten anzubringen hat, um der Aberration Rechnung zu tragen, und auf welche auch in der Formel 7a) Rücksicht genommen werden muss; sie sind meist so klein, dass die aus dem ersten Versuch erhaltenen Werthe derselben auch für die späteren beibehalten werden dürfen. Die Berechnung der Formeln 7c) und der daraus resultirenden Correctionen hat zu unterbleiben, wenn die Aberration bei der Vorbereitung der Beobachtungen für die Rechnung auf Grund anderer Näherungswerthe vollständig berücksichtigt wurde, oder wenn man sich bei einer ersten Bahnbestimmung mit einer geringeren Genauigkeit begnügt.

Ist die Bedingung  $x = y$  erfüllt, so berechnet man mit Hilfe der Zahlen des letzten Versuchs die beiden geocentrischen Distanzen:

$$\left. \begin{aligned} q, &= \Gamma \operatorname{tg} \vartheta + \frac{g}{h} \cos \varphi \\ q_m &= M q,; \end{aligned} \right\} 8a) \quad [\text{vgl. 27) pag. 296}]$$

hat die Planetenaberration noch keine Berücksichtigung erfahren, und soll dieselbe nicht völlig übergangen werden, so sind die Beobachtungszeiten beziehungsweise um die Beträge:

$$\left. \begin{aligned} -\alpha' q,, \quad -\alpha' q, \left\{ 1 + (M - 1) \frac{t'' - t_i}{t_m - t_i} \right\}, \quad -\alpha' q_m \end{aligned} \right\} 8b) \quad [\text{vgl. pag. 296}]$$

$$\log \alpha' = 7.7613 - 10,$$

zu verbessern und die so erhaltenen Werthe in den weiteren Rechnungen statt  $t_i$ ,  $t_n$ ,  $t_m$  zu verwenden. Aus  $q,$  und  $q_m$  werden nach den Formeln des Abschnittes C (pag. 670) die Elemente bestimmt.

## β. 2. Methode.

Ann. II. B. 9.

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} J \sin (\lambda_n - \Pi) &= \operatorname{tg} \beta,, \\ \operatorname{tg} J \cos (\lambda_n - \Pi) &= -\frac{\lambda_m - \lambda_i}{\beta_m - \beta_i}, \quad J < 90^\circ \\ Z &= \sin \beta, \cotg J - \sin (\lambda, - \Pi) \cos \beta, \\ N &= \sin (\lambda_m - \Pi) \cos \beta_m - \sin \beta_m \cotg J \\ \tau''' &= 2k (t_n - t_i) \\ \tau'' &= 2k (t_m - t_i), \quad \log 2k = 8.536611 - 10 \\ \tau' &= 2k (t_m - t_n) \\ M &= \frac{Z}{N} \cdot \frac{\tau'}{\tau''}, \quad F = \tau' \tau'' \frac{R_n \sin (\lambda_n - \Pi)}{N}, \quad C = -\frac{F}{(R_i + R_m)^2} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \\ \\ \\ 1) \quad \left[ \begin{array}{l} \text{vgl. 12a) pag. 285} \\ \text{vgl. 4) pag. 275} \\ \text{vgl. 20) pag. 289} \end{array} \right] \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi, &= \cos \beta, \cos (\lambda, - L_i), & \cos \psi_m &= \cos \beta_m \cos (\lambda_m - L_m) \\ \sin \psi, \cos P, &= \cos \beta, \sin (\lambda, - L_i), & \sin \psi_m \cos P_m &= \cos \beta_m \sin (\lambda_m - L_m), \\ \sin \psi, \sin P, &= \sin \beta, & \sin \psi_m \sin P_m &= \sin \beta_m; \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \\ 2) \quad \left[ \begin{array}{l} \text{vgl. 3,} \\ \text{pag. 291} \end{array} \right] \end{array}$$

\* Falls genäherte Elemente bekannt sind, berechnet man  $M$ , nach 23, pag. 290.

Anh. II. B.  $\beta$ . die Bogen  $P$ , und  $P_m$  werden in der weiteren Rechnung nicht gebraucht;  $\sin \psi$ , und  $\sin \psi_m$  sind stets positiv anzusetzen und müssen den Cosinuswerthen entsprechen.

$$\left. \begin{aligned} g \cos (G - L_r) &= R_m \cos (L_m - L_r) - R_r \\ g \sin (G - L_r) &= R_m \sin (L_m - L_r). \end{aligned} \right\} 3) \text{ [vgl. 11) pag. 292]}$$

$g$ , die Sehne zwischen dem ersten und dritten Sonnenorte, kann stets positiv gewählt werden, welcher Bedingung entsprechend der Quadrant für  $(G - L_r)$  bestimmt werden muss.

$$\left. \begin{aligned} h \cos \zeta \cos (H - \lambda_m) &= M \cos \beta_m - \cos (\lambda_m - \lambda_r) \cos \beta, \\ h \cos \zeta \sin (H - \lambda_m) &= \sin (\lambda_m - \lambda_r) \cos \beta, \\ h \sin \zeta &= M \sin \beta_m - \sin \beta, \end{aligned} \right\} 4) \text{ [vgl. 9) pag. 292]}$$

$h \cos \zeta$  ist stets positiv zu nehmen und danach ist der Quadrant für  $(H - \lambda_m)$  zu bestimmen.

$$\left. \begin{aligned} \cos \varphi &= \cos \zeta \cos (G - H) \\ \sin \varphi \cos Q &= \cos \zeta \sin (G - H) \\ \sin \varphi \sin Q &= \sin \zeta. \end{aligned} \right\} 5) \text{ [vgl. 7) pag. 292]}$$

Der Bogen  $Q$  wird in der weiteren Rechnung nicht gebraucht,  $\sin \varphi$  ist stets positiv anzusetzen und muss dem Cosinuswerth entsprechen, welche Bedingung das Mittel zu einer sehr beschränkten Prüfung der Rechnung bildet.

$$\left. \begin{aligned} \nu &= \cos \beta_m \cos \zeta \cos (H - \lambda_m) + \sin \beta_m \sin \zeta, \quad \xi = 2g \{ \nu \cos \varphi - \cos \beta_m \cos (G - \lambda_m) \} \\ \gamma_1 &= \frac{g}{h} \cos \varphi, \quad f_r = R_r \cos \psi, \\ \gamma_2 &= -\frac{\nu}{h}, \quad f_m = R_m \cos \psi_m \\ A &= g \sin \varphi, \quad B_r = R_r \sin \psi, \\ \Phi &= \frac{\xi}{A^2}, \quad B_m = R_m \sin \psi_m \\ \psi &= \frac{1 - \nu^2}{\xi}. \end{aligned} \right\} 6) \text{ [vgl. 4) pag. 304]}$$

In den folgenden Versuchen wählt man als Unbekannte:

$$x = \log (r_r + r_m)_a,$$

und setzt beim ersten, wenn sonst keine Näherungen bekannt sind,  $x = \log (R_r + R_m)$ , wodurch die Grösse  $m$  in diesem ersten Versuche der Null gleich wird; mit jeder Annahme über  $x$  hat man das folgende Formelsystem durchzurechnen, um schliesslich zur Kenntniss jener Werthe von  $r$ , und  $r_m$  zu gelangen, die dem angenommenen Werthe von  $x$  entsprechen.

$$\left. \begin{aligned} \eta &= \frac{\tau''}{(r_r + r_m)_a^{\frac{3}{2}}}, \quad \eta \text{ als Argument für } \mu \text{ nach Tafel VII} \\ s &= \frac{\tau'' \mu}{V(r_r + r_m)_a^3}, \quad m = C + \frac{F}{(r_r + r_m)_a^3} \\ \chi &= m \Phi (1 + m^{\frac{1}{2}F}), \quad \cos \vartheta = \frac{A}{s} \sqrt{1 + \chi}, \quad \vartheta < 90^\circ \\ \varrho &= \frac{s}{h} \sin \vartheta + \gamma_1 + \gamma_2 m, \quad \varrho_m = m + M \varrho, \\ \operatorname{tg} \theta &= \frac{\varrho_r - f_r}{B_r}, \quad \operatorname{tg} \theta_m = \frac{\varrho_m - f_m}{B_m} \\ \cos \theta, \text{ und } \cos \theta_m &\text{ stets positiv.} \\ r_r &= B_r \sec \theta, \quad r_m = B_m \sec \theta_m \\ y &= \log (r_r + r_m)_e. \end{aligned} \right\} 7a) \text{ [vgl. 8) pag. 305]}$$

$y$  muss mit  $x$  identisch sein ( $x = y$ ), wenn über  $x$  die richtige Annahme gemacht Anh. II. B. β. wurde; im Allgemeinen wird jedoch eine Differenz auftreten, welche man zur genaueren Bestimmung des Werthes der Unbekannten für die weiteren Versuche verwenden kann, indem man rechnet:

$$\left. \begin{aligned} \sin \gamma &= \eta \mu, \quad \gamma < 90^\circ, \quad \operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma = \frac{\sin \gamma}{2 \cos \frac{1}{2} \gamma^2} \\ \sigma &= \frac{3F}{(r_i + r_m)a^2(r_i + r_m)e^2} \cdot \frac{10^{\frac{1}{2}y}}{10^{\frac{1}{2}x}}, \quad \log \frac{10^{\frac{1}{2}y}}{10^{\frac{1}{2}x}} = \frac{1}{2}(y - x) \\ Q &= \frac{1}{h} \left\{ \operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma - \sigma \left[ \frac{\xi(1 + 2m^2)}{2s \sin \vartheta} + \nu \right] \right\} \\ P &= \{\sin \theta_i + M \sin \theta_m\} Q + \sigma \sin \theta_m \\ n &= 1 + P \frac{10^x}{10^y}, \quad \log \frac{10^x}{10^y} = x - y \\ x' &= x - \frac{x - y}{n}. \end{aligned} \right\} \quad \begin{array}{l} 7b) \quad [\text{vergl. 10) und 11)} \\ \text{pag. 306}] \end{array}$$

$x'$  ist der für den folgenden Versuch anzuwendende verbesserte Werth. Die Durchrechnung der Formeln 7a) und 7b) ist so lange fortzusetzen, bis  $y = x$  gefunden wird; unter strenger Befolgung der hier gegebenen Ausdrücke wird meist der dritte Versuch dieser Bedingung genügen. Sind die Beobachtungen, wie dies bei ersten Bahnbestimmungen der Fall ist, noch mit der Planetenaberration behaftet, so wird man, um deren Einfluss zu berücksichtigen, nach jedem Versuch noch rechnen müssen:

$$\left. \begin{aligned} dq_i &= Q \left( \frac{10^x}{\text{Mod.}} \cdot \frac{x - y}{n} \right) \\ dq_m &= M dq_i + \sigma \left( \frac{10^x}{\text{Mod.}} \cdot \frac{x - y}{n} \right) \\ d \log \tau'' &= \alpha \frac{(q_i - q_m) + (dq_i - dq_m)}{t_m - t_i} \\ \log \alpha &= 7.3991 - 10; \end{aligned} \right\} \quad 7c) \quad [\text{vgl. 12) und 13) pag. 307}]$$

$d \log \tau''$  ist jene Correction, welche man an den früher gefundenen Werth von  $\log \tau''$  anbringen muss, um der Planetenaberration Rechnung zu tragen; dieselbe ist meist so klein, dass ihr aus dem ersten Versuch erhaltener Werth auch für die späteren beibehalten werden darf. Die Berechnung der Formeln 7c) und der daraus resultirenden Correctionen hat zu unterbleiben, wenn die Aberration bei der Vorbereitung der Beobachtungen für die Rechnung auf Grund anderweitiger Näherungswerthe vollständig berücksichtigt wurde, oder wenn man sich bei einer ersten Bahnbestimmung mit einer geringeren Genauigkeit begnügt.

Ist die Bedingung  $x = y$  erfüllt, so liefern die Zahlen des letzten Versuches die beiden geocentrischen Distanzen  $q_i$  und  $q_m$ , aus welchen nach den Vorschriften des Abschnittes C (pag. 670) die Elemente abgeleitet werden. Hat die Planetenaberration noch keine Berücksichtigung erfahren, und soll dieselbe nicht völlig übergangen werden, so sind die Beobachtungszeiten beziehungsweise um die Beträge:

Anh. II. B. β.

$$\left. \begin{aligned} -\alpha' q, \quad -\alpha' \left\{ q + (q_m - q) \frac{r'''}{r''} \right\}, \quad -\alpha' q_m \end{aligned} \right\} 8) \text{ [vgl. 14) pag. 307]}$$

$$\log \alpha' = 7.7613 - 10,$$

zu verbessern und die so erhaltenen Werthe in den weiteren Rechnungen statt  $t$ ,  $t''$ ,  $t_m$  zu verwenden.

### C. Bestimmung der Elemente aus $q$ , und $q_m$ .

Bestimmung der heliocentrischen Längen  $l$  und Breiten  $b$ . —

$$\left. \begin{aligned} \text{Anhang II. C. } r, \cos b, \cos(l - L) &= q, \cos \beta, \cos(\lambda - L) - R, \quad r_m, \cos b_m, \cos(l_m - L_m) = q_m, \cos \beta_m, \cos(\lambda_m - L_m) - R_m \\ r, \cos b, \sin(l - L) &= q, \cos \beta, \sin(\lambda - L) \quad , \quad r_m, \cos b_m, \sin(l_m - L_m) = q_m, \cos \beta_m, \sin(\lambda_m - L_m) \\ r, \sin b &= q, \sin \beta, \quad , \quad r_m, \sin b_m = q_m, \sin \beta_m; \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 1) \text{ [vgl. 4]} \\ \text{pag. 21]} \end{array}$$

$r$ , und  $r_m$  müssen mit den im letzten Versuche für diese Grössen gefundenen Werthen identisch sein; in den folgenden Rechnungen bedarf man nur der Werthe  $\text{tg } b$ , und  $\text{tg } b_m$ .

Bestimmung der Neigung  $i$  und des Knotens  $\Omega$ . — Es ist  $i$  zwischen den Grenzen  $0^\circ$  und  $180^\circ$  eingeschlossen,  $\text{tg } i$  erhält das Vorzeichen von  $\sin(l_m - l)$ , wonach der Quadrant für  $(l, -\Omega)$  zu bestimmen ist.

$$\left. \begin{aligned} \text{tg } i \sin(l - \Omega) &= \text{tg } b, \\ \text{tg } i \cos(l - \Omega) &= \frac{\text{tg } b_m - \text{tg } b \cos(l_m - l)}{\sin(l_m - l)}. \end{aligned} \right\} 2) \text{ [vgl. 1) pag. 102]}$$

Bestimmung der Argumente der Breite  $u$ . —

$$\text{tg } u = \frac{\sin(l - \Omega) \cos i + \text{tg } b \sin i}{\cos(l - \Omega)}, \quad \text{tg } u_m = \frac{\sin(l_m - \Omega) \cos i + \text{tg } b_m \sin i}{\cos(l_m - \Omega)}. \quad \left. \right\} 3a) \text{ [vgl. 4) pag. 103]}$$

Zur Quadrantenbestimmung gilt die Regel, dass  $\sin u$  das Vorzeichen des Zählers,  $\cos u$  jenes des Nenners erhält; als Probe dient:

$$\left. \begin{aligned} \tau &= 2k(t_m - t), \quad \log 2k = 8.536611 - 10 \\ s &= \frac{r'''}{\sqrt{r, + r_m}}, \quad \Sigma = \frac{1}{2}(r, + r_m + s) \\ \sin \frac{1}{2}(u_m - u) &= \sqrt{\frac{(\Sigma - r,)(\Sigma - r_m)}{r, r_m}} \text{ oder } \text{tg } \frac{1}{2}(u_m - u) = \sqrt{\frac{(1 - \frac{r,}{\Sigma})(1 - \frac{r_m}{\Sigma})}{1 - \frac{s}{\Sigma}}} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 3b) \text{ [vgl. 7]} \\ \text{pag. 103]} \end{array}$$

die aus den obigen Bestimmungen von  $u$ , und  $u_m$  resultirende Differenz der Argumente der Breite muss mit diesen Probewerthen innerhalb der Unsicherheit der logarithmischen Rechnung stimmen; die auftretenden kleinen Unterschiede können, wenn mit  $(u_m - u)_d$  der aus den Argumenten der Breite abgeleitete, mit  $(u_m - u)_p$  der aus der Probe sich ergebende Werth bezeichnet wird, in folgender Weise vertheilt werden:

$$\left. \begin{aligned} \Delta u, &= \frac{1}{4} \{ (u_m - u)_d - (u_m - u)_p \} \\ \Delta u_m &= -\Delta u, \end{aligned} \right\} 3c)$$

Bestimmung der wahren Anomalie  $v$ , des Perihelabstandes  $q$  und der Länge des Perihels  $\pi$ . — Anhang II.C.

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{q}} \cos \frac{1}{2} v, &= \frac{1}{\sqrt{r}}, \\ \frac{1}{\sqrt{q}} \sin \frac{1}{2} v, &= \frac{\cotg \frac{1}{2} (u_m - u_r)}{\sqrt{r_r}} - \frac{\operatorname{cosec} \frac{1}{2} (u_m - u_r)}{\sqrt{r_m}} \\ \sqrt{q} &\text{ stets positiv.} \\ v_m &= v + (u_m - u_r) \\ \omega &= u_r - v = u_m - v_m \\ \pi &= \omega + \Omega. \end{aligned} \right\} 4) [\text{vgl. 42; pag. 109}]$$

Bestimmung der Perihelzeit. — Mit den Argumenten  $v$ , und  $v_m$  entlehnt man der Tafel IV die Werthe von  $M$ , und  $M_m$ , welche beziehungsweise das Vorzeichen von  $v$ , und  $v_m$  erhalten und findet so:

$$\left. \begin{aligned} T &= t - M, q^{\frac{2}{3}} \\ T &= t_m - M_m, q^{\frac{2}{3}} \end{aligned} \right\} 5) [\text{vgl. 41) pag. 109}]$$

Die Übereinstimmung beider Werthe ist eine gute Prüfung für die Richtigkeit der Rechnung, etwaige kleine Differenzen werden gleichmässig auf beide Resultate vertheilt.

#### D. Darstellung des mittleren Ortes.

$$M_r = \frac{t_r - T}{q^{\frac{2}{3}}} \left. \right\} 1)$$

Anhang II.D.

mit  $M_r$  aus Tafel IV die wahre Anomalie  $v_r$ .

$$\left. \begin{aligned} r_r &= q \sec \frac{1}{2} v_r^2 \\ u_r &= v_r + \pi - \Omega = v_r + \omega \\ q_r \cos \beta_r^0 \cos (\lambda_r^0 - \Omega) &= r_r \cos u_r + R_r \cos (L_r - \Omega) \\ q_r \cos \beta_r^0 \sin (\lambda_r^0 - \Omega) &= r_r \sin u_r \cos i + R_r \sin (L_r - \Omega) \\ q_r \sin \beta_r^0 &= r_r \sin u_r \sin i. \end{aligned} \right\} 2)$$

Hierdurch erscheinen die Länge und Breite des mittleren Ortes den Elementen gemäss bestimmt; der Unterschied im Sinne: Beobachtung — Rechnung gibt die Darstellung des mittleren Ortes, wobei die in der Länge auftretende Differenz durch Multiplication mit  $\cos \beta_r$  auf den grössten Kreis zu reduciren ist. Sind die Fehler klein, so können sowohl die Beobachtungen, als auch die Rechnung und die für die Verhältnisse der Dreiecksflächen eingeführten Näherungen als hinreichend richtig bezeichnet werden, und es müssen, wenn die letztere Bedingung erfüllt ist, die je nach der befolgten Methode zu berechnenden Werthe:

$$\cotg J^0 = \frac{\sin (\lambda_r^0 - L_r)}{\operatorname{tg} \beta_r^0}, \cotg J^0 = \frac{\sin (\lambda_r^0 - \Pi)}{\operatorname{tg} \beta_r^0}, \left\{ 3 \right\}$$

mit dem früher ermittelten Werthe von  $\cotg J$  völlig übereinstimmen; etwaige Unterschiede werden auf eine in dieser Richtung mögliche Verbesserung hinweisen und können nach einem der auf pag. 299 ff. zusammengestellten Verfahren weggeschafft werden.

### III. Ermittlung der Bahnelemente ohne bestimmte Voraussetzung über die Excentricität aus drei vollständigen Beobachtungen.

Anhang III.

Die Grundlagen der Rechnung sind:

| Beobachtung: | mittl. Berl.<br>Zeit: | beobacht.<br>Länge: | beobacht.<br>Breite: | Sonnen-<br>länge: | Sonnenbreite: | log (Sonnendistanz): |
|--------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|---------------|----------------------|
| 1            | $t_1$                 | $\lambda_1$         | $\beta_1$            | $L_1$             | $B_1$         | $\log R_1$           |
| 2            | $t_2$                 | $\lambda_2$         | $\beta_2$            | $L_2$             | $B_2$         | $\log R_2$           |
| 3            | $t_3$                 | $\lambda_3$         | $\beta_3$            | $L_3$             | $B_3$         | $\log R_3$           |

In der Regel wird man  $B_1 = B_2 = B_3 = 0$  annehmen dürfen; sollte dies bei einer oder der anderen Beobachtung nicht möglich sein (wenn die geocentrische Breite sehr klein ist, etwa  $\beta < 1''$ ), so wird man die entsprechenden parallaktisch veränderten Breiten der Sonne einführen: die aus diesen Grössen entstehenden Correctionen sind in der Folge mit relativ kleineren Lettern gedruckt. Die hier gegebene Zusammenstellung der Formeln ist nur dem Fall angepasst, dass die erste Hypothese zur Ermittlung der Elemente ausreicht.

$$K = \left. \begin{aligned} & - \sin \beta_1 \cos \beta_2 \cos \beta_3 \sin (\lambda_3 - \lambda_1) + \\ & + \cos \beta_1 \sin \beta_2 \cos \beta_3 \sin (\lambda_3 - \lambda_2) - \\ & - \cos \beta_1 \cos \beta_2 \sin \beta_3 \sin (\lambda_2 - \lambda_1). \end{aligned} \right\} \text{1a) [vgl. 1) pag. 352]}$$

Ist  $K$  sehr klein, so ist eine sichere Bahnbestimmung aus drei Orten nicht zu erwarten; bezeichnet man mit  $\mathcal{A}$  den Abstand der äusseren Orte, für welche Grösse es genügt eine Schätzung einzuführen, so wird die relative Unsicherheit in  $K$  bestimmt sein durch:

$$\frac{dK}{K} = \frac{\sin 5''}{K} \sin \mathcal{A}. \left\{ \text{1b) [vgl. 17) pag. 368]} \right.$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi_1 &= \cos \beta_1 \cos (\lambda_1 - L_1), & \cos \psi_3 &= \cos \beta_3 \cos (\lambda_3 - L_3) \\ \sin \psi_1 \cos P_1 &= \cos \beta_1 \sin (\lambda_1 - L_1), & \sin \psi_3 \cos P_3 &= \cos \beta_3 \sin (\lambda_3 - L_3) \\ \sin \psi_1 \sin P_1 &= \sin \beta_1 - \cos \psi_1 B_1 \text{ arc } 1'', & \sin \psi_3 \sin P_3 &= \sin \beta_3 - \cos \psi_3 B_3 \text{ arc } 1'' \\ \sin \psi_1 \text{ und } \sin \psi_3 &\text{ werden stets positiv zu wählen sein.} \\ N_1 &= R_1 \cos \psi_1, & N_3 &= R_3 \cos \psi_3 \\ D_1 &= R_1 \sin \psi_1, & D_3 &= R_3 \sin \psi_3. \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \text{2) [vgl. 31)} \\ & \text{pag. 360)} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} l_1''' &= \frac{1}{2} (\lambda_3 - \lambda_1), & l_1'' &= \frac{1}{2} (\lambda_2 - \lambda_1) \\ f_1 \sin F_1 &= \sin (\beta_3 + \beta_1) \sin l_1''', & f_3 \sin F_3 &= \sin (\beta_3 + \beta_1) \sin l_1'' \\ f_1 \cos F_1 &= \sin (\beta_3 - \beta_1) \cos l_1''', & f_3 \cos F_3 &= \sin (\beta_3 - \beta_1) \cos l_1'' \\ G_1 &= F_1 - (\lambda_1 + l_1'''), & G_3 &= F_3 - (\lambda_1 + l_1''). \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \text{3) [vergl. 8)} \\ & \text{pag. 354]} \end{aligned}$$

Die Klammerausdrücke in  $G_1$  und  $G_3$  sind beziehungsweise  $\frac{1}{2} (\lambda_3 + \lambda_1)$  und  $\frac{1}{2} (\lambda_2 + \lambda_1)$ ; durch die denselben hier ertheilte Form soll nur leicht zu begehenden Zeichenfehlern vorgebeugt werden.

$$\left. \begin{aligned} A, &= R, f, \sin (G, + L,) - \sin (\lambda_{,,} - \lambda_{,,}) \cos \beta_{,,} \cos \beta_{,,} R, B, \text{ arc } 1'' \\ - B, &= R_{,,} f, \sin (G, + L_{,,}) - \sin (\lambda_{,,} - \lambda_{,,}) \cos \beta_{,,} \cos \beta_{,,} R_{,,} B_{,,} \text{ arc } 1'' \\ C, &= R_{,,} f, \sin (G, + L_{,,}) - \sin (\lambda_{,,} - \lambda_{,,}) \cos \beta_{,,} \cos \beta_{,,} R_{,,} B_{,,} \text{ arc } 1'' \\ A_{,,} &= R, f_{,,} \sin (G_{,,} + L,) - \sin (\lambda_{,,} - \lambda_{,,}) \cos \beta, \cos \beta_{,,} R, B, \text{ arc } 1'' \\ - B_{,,} &= R_{,,} f_{,,} \sin (G_{,,} + L_{,,}) - \sin (\lambda_{,,} - \lambda_{,,}) \cos \beta, \cos \beta_{,,} R_{,,} B_{,,} \text{ arc } 1'' \\ C_{,,} &= R_{,,} f_{,,} \sin (G_{,,} + L_{,,}) - \sin (\lambda_{,,} - \lambda_{,,}) \cos \beta, \cos \beta_{,,} R_{,,} B_{,,} \text{ arc } 1''. \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{4) [vgl. 9)} \\ \text{pag. 354]} \end{array}$$

Anhang III.

Die von den Zwischenzeiten abhängigen Grössen werden gefunden nach:

$$\left. \begin{aligned} \tau, &= k(t_{,,} - t_{,,}) \quad , \quad \log k = 8.235\,5814 - 10 \\ \tau_{,,} &= k(t_{,,} - t_{,,}) \quad , \quad \log(-\frac{1}{3}) = 0.124\,9387 \\ \tau_{,,} &= k(t_{,,} - t_{,,}) \\ \mu_{,,} &= -\frac{1}{3}(\tau_{,,}^2 - \tau_{,,}^2), \quad \mu_{,,}' = -\mu_{,,}'' \\ \mu_{,,}'' &= -\frac{1}{3}(\tau_{,,}^2 - \tau_{,,}^2), \quad \mu_{,,}''' = -\frac{1}{3}(\tau_{,,}^2 - \tau_{,,}^2) \\ \{I\}, &= \frac{A,}{K} + \frac{B,}{K} \cdot \frac{\tau,}{\tau,} + \frac{C,}{K} \cdot \frac{\tau,}{\tau,} - N, = I, - N, \\ \{I\}_{,,} &= \frac{A_{,,}}{K} \cdot \frac{\tau,}{\tau_{,,}} + \frac{B_{,,}}{K} \cdot \frac{\tau,}{\tau_{,,}} + \frac{C_{,,}}{K} - N_{,,} = I_{,,} - N_{,,} \\ II, &= \left(\frac{B, \tau,}{K \tau,}\right) \mu_{,,}'' + \left(\frac{C, \tau_{,,}}{K \tau,}\right) \mu_{,,}''' \\ II_{,,} &= \left(\frac{A_{,,} \tau,}{K \tau_{,,}}\right) \mu_{,,}' + \left(\frac{B_{,,} \tau_{,,}}{K \tau_{,,}}\right) \mu_{,,}'' \\ III, &= -4 \left\{ \frac{B,}{K} \tau, \tau_{,,} + \frac{C,}{K} \tau_{,,}^2 \right\} \\ III_{,,} &= +4 \left\{ \frac{A_{,,}}{K} \tau,^2 + \frac{B_{,,}}{K} \tau, \tau_{,,} \right\}. \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ 5) \text{ [vgl. 20) und 24) pag. 358]} \end{array}$$

Die auftretende höhere Gleichung wird, wenn sonst keine Näherungen bekannt sind, in der Weise aufzulösen sein, dass man für die Tafel XIIIc. die Argumente:

$$\begin{aligned} \psi, & & \psi_{,,} \\ (\{I\}, + N,) : R, &= m, & (\{I\}_{,,} + N_{,,}) : R_{,,} = m, \end{aligned}$$

bildet, für welche sich zwei Werthe von  $\log (2\lambda)^{-3}$  ergeben, deren arithmetisches Mittel mit  $\log M$  bezeichnet auf einen Näherungswerth für  $x$  führt:

$$\log x = \log M - 3 \log R_{,,} \quad [\text{vgl. pag. 366}]:$$

dann ist:

$$\left. \begin{aligned} q, - N, &= \{I\}, + (II, + III, y_a) x_a \\ q_{,,} - N_{,,} &= \{I\}_{,,} + (II_{,,} + III_{,,} y_a) x_a. \end{aligned} \right\} 6) *)$$

Im ersten Versuche wird man  $y_a = 0$  setzen;  $x_a$  stellt den für den vorliegenden Versuch gewählten Anfangswerth dar, welcher mit  $x$  identisch ist.

\*) Sind genäherte Elemente bekannt, so wird man den Gleichungen 6) die Form

$$\begin{aligned} q, - N, &= \{I\}, + (II, + III, y + \Gamma, ) x \\ q_{,,} - N_{,,} &= \{I\}_{,,} + (II_{,,} + III_{,,} y + \Gamma_{,,}) x \end{aligned}$$

ertheilen und hierzu  $\Gamma,$  und  $\Gamma_{,,}$  aus den Näherungswerthen von  $r, , r_{,,} , r_{,,} , v, , v_{,,} , v_{,,}$  nach den Formeln 35), 36) und 37) (pag. 377) berechnen.



$$\left. \begin{aligned} \text{Anhang III.} \quad \operatorname{tg} \theta &= \frac{q - N}{D}, & \operatorname{tg} \theta_m &= \frac{q_m - N_m}{D_m} \\ \cos \theta, \text{ und } \cos \theta_m &\text{ stets positiv.} \\ r &= (q - N) \operatorname{cosec} \theta, & r_m &= (q_m - N_m) \operatorname{cosec} \theta_m \\ x_e &= (r + r_m)^{-3} \\ \mathcal{A}_1 &= \log x_e - \log x_a \\ y_e &= \frac{r_m - r}{r_m + r} \end{aligned} \right\} 7) \text{ [vgl. 3) pag. 369]}$$

Ist  $y_a$  der Werth, der in 6) benützt wurde, so wird:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{A}_2 &= - \frac{3 \text{ Mod.}}{(r + r_m)^4} \{ \sin \theta, III, + \sin \theta_m, III_m \} (y_e - y_a) \\ \log (-3 \text{ Mod.}) &= 0_n 114 \ 91. \end{aligned} \right\} 8) \text{ [vgl. 12) pag. 371]}$$

Bezeichnet man mit  $x_a'$  den Werth, welchen man dem folgenden Versuche zu Grunde zu legen hat, so findet sich derselbe nach:

$$\log x_a' = \log x_a + \frac{\mathcal{A}_1 + \mathcal{A}_2}{1 + \frac{3}{(r + r_m)^4} \{ \sin \theta, II, + \sin \theta_m, II_m \}}; \quad 9) \text{ [vgl. 12) pag. 371]}$$

mit diesem Werthe wird nun die Berechnung der Formeln 6) begonnen, nachdem in dieselben das in 7) gefundene  $y_e$  statt  $y_a$  eingesetzt wurde; die Durchrechnung der Formeln 6)—9) ist so lange fortzusetzen, bis

$$x_a = x_e,$$

wird, wozu meist der zweite Versuch ausreicht\*). Sind die wahren Werthe von  $x$  und  $y$  ermittelt, so geben die Zahlen des letzten Versuches die geocentrischen Distanzen  $q$ , und  $q_m$  nach:

$$\left. \begin{aligned} q &= (q - N) + N, \\ q_m &= (q_m - N_m) + N_m, \end{aligned} \right\} 10)$$

aus welchen die Elemente abgeleitet werden. Hierzu wird man sich, da die vorstehenden Formeln einer Planetenbahnbestimmung angepasst sind, der folgenden Relationen zu bedienen haben:

$$\left. \begin{aligned} r \cos b \cos(l - L) &= q \cos \beta \cos(\lambda - L) - R, & r_m \cos b_m \cos(l_m - L_m) &= q_m \cos \beta_m \cos(\lambda_m - L_m) - R_m \\ r \cos b \sin(l - L) &= q \cos \beta \sin(\lambda - L), & r_m \cos b_m \sin(l_m - L_m) &= q_m \cos \beta_m \sin(\lambda_m - L_m) \\ r \sin b &= q \sin \beta - R \sin B, \text{ arc } 1'', & r_m \sin b_m &= q_m \sin \beta_m - R_m \sin B_m, \text{ arc } 1''. \end{aligned} \right\} \begin{matrix} 11) \\ 12) \\ 13) \end{matrix} \text{ [vgl. 1) pag. 102]}$$

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} i \sin(l - \Omega) &= \operatorname{tg} b, \\ \operatorname{tg} i \cos(l - \Omega) &= \frac{\operatorname{tg} b_m - \operatorname{tg} b \cos(l_m - l)}{\sin(l_m - l)}, \end{aligned} \right\} 12) \text{ [vgl. 1) pag. 102]}$$

$\operatorname{tg} i$  hat das Zeichen von  $\sin(l_m - l)$ , also für Planetenbahnen stets das positive.

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} u &= \operatorname{tg}(l - \Omega) \sec i \\ \operatorname{tg} u_m &= \operatorname{tg}(l_m - \Omega) \sec i \end{aligned} \right\} 13) \text{ [vgl. 3) pag. 102]}$$

$\sin u$ , und  $\sin u_m$  sind beziehungsweise mit  $\sin b$ , und  $\sin b_m$  gleich bezeichnet. Die für Aberration verbesserten Zeiten sind:

\*) Für den Fall, dass weitere Hypothesen gebildet werden müssen, vergleiche pag. 376.

$$\left. \begin{aligned} T, &= t, - \alpha' q, & T_m &= t_m - \alpha' q_m \\ T_n &= t_n - \alpha' \left\{ q, + (q_m - q) \frac{t_n - t,}{t_m - t,} \right\}, & \log \alpha' &= 7.7613 - 10; \end{aligned} \right\} 14) \text{ [vgl. 14) pag. 307]}$$

die Correctionen werden in Einheiten des Tages erhalten.

$$\left. \begin{aligned} f_n &= \frac{1}{2} (u_m - u,) & \tau'' &= (T_m - T)k, & \log k &= 8.235\,5814 - 10 \\ \operatorname{tg}(45^\circ + \omega_n) &= \sqrt[4]{\frac{r_m}{r,}}, & m_n &= \frac{\tau''^2}{(2 \cos f_n \sqrt{r, r_m})^3} \\ l_n &= \frac{\sin \frac{1}{2} f_n^2 + \operatorname{tg} 2 \omega_n^2}{\cos f_n}, & h_n &= \frac{m_n}{\frac{1}{2} + l_n + \xi_n}, & \log \frac{1}{2} &= 9.920\,8188 - 10, \\ \xi_n &\text{ mit dem Argumente } w \text{ aus Tafel IX; f\u00fcr } w \text{ wird bei Planeten-} & & & 15) \text{ [vgl. 26)} \\ &\text{bahnen mit gen\u00fcgender Genauigkeit zu setzen sein:} & & & \text{pag. 89]} \\ w &\doteq \sin \frac{1}{2} f_n^2. \\ \log \eta_n^2 &\text{ mit dem Argumente } h_n \text{ aus Tafel VIII.} \\ w &= \frac{m_n}{\eta_n^2} - l_n = \sin \frac{1}{2} g_n^2. \end{aligned} \right\}$$

Eine Wiederholung der Versuche zur Aufl\u00f6sung dieser Gleichungen ist in den hier vorausgesetzten F\u00e4llen nicht n\u00f6thig, es wird sogar meist gen\u00fcgen  $\xi_n = 0$  zu setzen.

$$\left. \begin{aligned} \sin \frac{1}{2} (F_n - G_n) \cos \frac{1}{2} \varphi \gamma^2 &= \cos \frac{1}{2} (f_n + g_n) \operatorname{tg} 2 \omega_n \\ \cos \frac{1}{2} (F_n - G_n) \cos \frac{1}{2} \varphi \gamma^2 &= \sin \frac{1}{2} (f_n + g_n) \sec 2 \omega_n \\ \sin \frac{1}{2} (F_n + G_n) \sin \frac{1}{2} \varphi \gamma^2 &= \cos \frac{1}{2} (f_n - g_n) \operatorname{tg} 2 \omega_n \\ \cos \frac{1}{2} (F_n + G_n) \sin \frac{1}{2} \varphi \gamma^2 &= \sin \frac{1}{2} (f_n - g_n) \sec 2 \omega_n \end{aligned} \right\} 16) \text{ [vgl. 14) pag. 105]}$$

Probe:  $\gamma^2 = \frac{\sqrt{2 m_n \cos f_n}}{\eta_n}$

$$\left. \begin{aligned} v, &= F_n - f_n, & E, &= G_n - g_n \\ v_m &= F_n + f_n, & E_m &= G_n + g_n. \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} p &= \left( \frac{\eta_n r, r_m \sin 2 f_n}{\tau''} \right)^2, & e'' &= \frac{\sin \varphi}{\operatorname{arc} 1''} \\ a &= p \sec \varphi^2, & M, &= E, - e'' \sin E, \\ \mu &= \frac{k''}{a^{\frac{1}{2}}}, & M_m &= E_m - e'' \sin E_m \\ \log k'' &= 3.550\,0066 & \text{Probe: } \mu &= \frac{M_m - M,}{T_m - T,} \end{aligned} \right\} 17) \text{ [vgl. 18) bis 22)} \\ & & & \text{pag. 106]}$$

$$\pi = u, + \Omega - v, = u_m + \Omega - v_m. \} 18) \text{ [vgl. 23) pag. 106]}$$

Zur Darstellung der mittleren Beobachtung wird man zu rechnen haben:

$$\left. \begin{aligned} M_n &= M, + (T_n - T,) \mu = M_m - (T_m - T_n) \mu \\ E_n &= E, + e'' \sin E, \\ r_n \sin v_n &= a \cos \varphi \sin E_n \\ r_n \cos v_n &= a (\cos E_n - \sin \varphi) \\ u_n &= v_n + (\pi - \Omega) \\ q_n \cos \beta_n \cos (\lambda_n - \Omega) &= r_n \cos u_n + R_n \cos (L_n - \Omega) \\ q_n \cos \beta_n \sin (\lambda_n - \Omega) &= r_n \sin u_n \cos i + R_n \sin (L_n - \Omega) \\ q_n \sin \beta_n &= r_n \sin u_n \sin i + R_n B_n \operatorname{arc} 1''. \end{aligned} \right\} 19)$$

#### IV. Ermittlung der Bahnelemente ohne bestimmte Voraussetzung über die Excentricität aus vier Beobachtungen, von denen nur die äusseren vollständig dargestellt werden sollen.

**A. Planetenbahn** (die mittleren Breiten werden nicht berücksichtigt).

Anhang IV. A.

Die Grundlagen der Rechnung sind:

| Beobachtung: | mittl. Berl. Zeit: | beobacht. Länge: | beobacht. Breite: | Sonnenlänge: | Sonnenbreite: | log(Sonnendistanz): |
|--------------|--------------------|------------------|-------------------|--------------|---------------|---------------------|
| 1            | $t_1$              | $\lambda_1$      | $\beta_1$         | $L_1$        | $B_1^*$       | $\log R_1$          |
| 2            | $t_2$              | $\lambda_2$      | $(\beta_2)$       | $L_2$        | $B_2$         | $\log R_2$          |
| 3            | $t_2^0$            | $\lambda_2^0$    | $(\beta_2^0)$     | $L_2^0$      | $B_2^0$       | $\log R_2^0$        |
| 4            | $t_m$              | $\lambda_m$      | $\beta_m$         | $L_m$        | $B_m$         | $\log R_m$          |

Die folgenden Formeln beschränken sich auf solche Bahnbestimmungen, bei welchen man mit der ersten Hypothese ausreicht:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{G}_1 &= \sin(\lambda_2 - \lambda_1) \cos \beta_1, & \mathcal{G}_1^0 &= \sin(\lambda_2^0 - \lambda_1) \cos \beta_1, \\ \mathcal{G}_m &= \sin(\lambda_m - \lambda_1) \cos \beta_m, & \mathcal{G}_m^0 &= \sin(\lambda_m - \lambda_1^0) \cos \beta_m \\ \odot_1 &= R_1 \sin(L_2 - \lambda_1), & \odot_1^0 &= R_1 \sin(L_2 - \lambda_1^0) \\ \odot_2 &= R_2 \sin(L_2 - \lambda_2), & \odot_2^0 &= R_2^0 \sin(L_2^0 - \lambda_2^0) \\ \odot_m &= R_m \sin(L_m - \lambda_1), & \odot_m^0 &= R_m \sin(L_m - \lambda_1^0). \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{1) [vgl. 6) pag. 415]} \\ \text{[vgl. 19) pag. 426]} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi &= \cos \beta_1 \cos(\lambda_2 - \lambda_1), & \cos \psi_m &= \cos \beta_m \cos(\lambda_m - \lambda_1) \\ \sin \psi \cos P &= \cos \beta_1 \sin(\lambda_2 - \lambda_1), & \sin \psi_m \cos P_m &= \cos \beta_m \sin(\lambda_m - \lambda_1) \\ \sin \psi \sin P &= \sin \beta_1 - \cos \psi B_1 \operatorname{arc} 1'', & \sin \psi_m \sin P_m &= \sin \beta_m - \cos \psi_m B_m \operatorname{arc} 1''; \\ & \sin \psi, \text{ und } \sin \psi_m \text{ stets positiv.} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{2) [vgl. 31)} \\ \text{pag. 360]} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} N_1 &= R_1 \cos \psi, & N_m &= R_m \cos \psi_m \\ D_1 &= R_1 \sin \psi, & D_m &= R_m \sin \psi_m. \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_1 &= k(t_m - t_1), & \tau_1^0 &= k(t_m - t_1^0) \\ \tau_m &= k(t_m - t_2), & \tau_m^0 &= k(t_m - t_2^0) \\ \tau_2 &= k(t_m - t_2), & \log k &= 8.235\,5814 - 10 \\ \mu_m' &= -\frac{4}{3}(\tau_1^2 - \tau_m^2), & \mu_m^{0'} &= -\frac{4}{3}(\tau_1^{02} - \tau_m^{02}) \\ \mu_m'' &= -\frac{4}{3}(\tau_2^2 - \tau_m^2), & \mu_m^{0''} &= -\frac{4}{3}(\tau_2^{02} - \tau_m^{02}) \\ \Pi_m' &= \mu_m'(\frac{8}{15}\tau_m^2 + \frac{3}{10}\mu_m'), & \Pi_m^{0'} &= \mu_m^{0'}(\frac{8}{15}\tau_m^{02} + \frac{3}{10}\mu_m^{0'}) \\ \Pi_m'' &= \mu_m''(\frac{8}{15}\tau_m^2 + \frac{3}{10}\mu_m''), & \Pi_m^{0''} &= \mu_m^{0''}(\frac{8}{15}\tau_m^{02} + \frac{3}{10}\mu_m^{0''}) \\ \log(-\frac{4}{3}) &= 0.124\,9387, & \log \frac{8}{15} &= 9.726\,9987 - 10 \\ & \log \frac{3}{10} &= 9.477\,1213 - 10. \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{3) [vgl. 13) und 14)} \\ \text{pag. 419]} \end{array}$$

\* In jenen Fällen, bei denen wegen der Kleinheit der geocentrischen Breite  $\beta < 1^\circ$  die Einführung des locus fictus unmöglich und die Anwendung der parallaktisch veränderten Sonnenbreiten nothwendig wird, werden die  $B$ -Größen nicht der Null gleich, und es sind die mit relativ kleineren Lettern gedruckten Zusatzglieder in Rechnung zu ziehen.

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{\tau_1 \odot_1}{\tau_m \otimes_m} - \frac{\tau_n \odot_n}{\tau_m \otimes_m} + \frac{\odot_m}{\otimes_m}, & \alpha_0 &= \frac{\tau_1^0 \odot_1^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} - \frac{\tau_n \odot_n^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} + \frac{\odot_m^0}{\otimes_m^0} \\ \chi_1 &= \frac{\tau_1 \odot_1}{\tau_m \otimes_m} \mu_{m'} - \frac{\tau_n \odot_n}{\tau_m \otimes_m} \mu_{m''}, & \chi_1^0 &= \frac{\tau_1^0 \odot_1^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} \mu_{m'}^0 - \frac{\tau_n \odot_n^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} \mu_{m''}^0 \\ \nu_1 &= 4 \tau_1^2 \frac{\odot_1}{\otimes_m} - 4 \tau_1 \tau_m \frac{\odot_n}{\otimes_m}, & \nu_1^0 &= 4 \tau_1^{02} \frac{\odot_1^0}{\otimes_m^0} - 4 \tau_1^0 \tau_m^0 \frac{\odot_n^0}{\otimes_m^0} \\ \pi_1 &= \frac{\tau_1 \odot_1}{\tau_m \otimes_m} \Pi_{m'} - \frac{\tau_n \odot_n}{\tau_m \otimes_m} \Pi_{m''}, & \pi_1^0 &= \frac{\tau_1^0 \odot_1^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} \Pi_{m'}^0 - \frac{\tau_n \odot_n^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} \Pi_{m''}^0. \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 4) \text{ [vgl. 18) pag. 419,} \\ \quad \quad \quad 420] \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \frac{\tau_1 \otimes_1}{\tau_m \otimes_m}, & \delta_0 &= \frac{\tau_1^0 \otimes_1^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} \\ \sigma_1 &= \frac{\tau_1 \otimes_1}{\tau_m \otimes_m} \mu_{m'}, & \sigma_1^0 &= \frac{\tau_1^0 \otimes_1^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} \mu_{m'}^0 \\ \nu_1 &= 4 \tau_1^2 \frac{\otimes_1}{\otimes_m}, & \nu_1^0 &= 4 \tau_1^{02} \frac{\otimes_1^0}{\otimes_m^0} \\ \chi_1 &= \frac{\tau_1 \otimes_1}{\tau_m \otimes_m} \Pi_{m'}, & \chi_1^0 &= \frac{\tau_1^0 \otimes_1^0}{\tau_m^0 \otimes_m^0} \Pi_{m'}^0 \end{aligned} \right\} 5) \text{ [vgl. 18) pag. 419, 420]}$$

$$\left. \begin{aligned} I &= \alpha - \alpha_0, & V &= \frac{1}{2}(\alpha + \alpha_0) \\ \beta^{(1)} &= \chi_1 - \chi_1^0, & B^{(1)} &= \frac{1}{2}(\chi_1 + \chi_1^0) \\ \beta^{(2)} &= \nu_1 - \nu_1^0, & B^{(2)} &= \frac{1}{2}(\nu_1 + \nu_1^0) \\ \beta^{(3)} &= \pi_1 - \pi_1^0, & B^{(3)} &= \frac{1}{2}(\pi_1 + \pi_1^0). \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 6) \text{ [vgl. 16) pag. 419 und} \\ \quad \quad \quad 18) \text{ pag. 420]} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} II &= \delta_0 - \delta, & VII &= \frac{1}{2}(\delta_0 + \delta) \\ \varepsilon^{(1)} &= \sigma_1^0 - \sigma_1, & E^{(1)} &= \frac{1}{2}(\sigma_1^0 + \sigma_1) \\ \varepsilon^{(2)} &= \nu_1^0 - \nu_1, & E^{(2)} &= \frac{1}{2}(\nu_1^0 + \nu_1) \\ \varepsilon^{(3)} &= \chi_1^0 - \chi_1, & E^{(3)} &= \frac{1}{2}(\chi_1^0 + \chi_1). \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 7) \text{ [vgl. 16) pag. 419 und} \\ \quad \quad \quad 18) \text{ pag. 420]} \end{array}$$

Die Unbekannten:

$$x = \frac{1}{(r_m + r_1)^3}, \quad y = \frac{r_m - r_1}{r_m + r_1},$$

sind, wenn sonst keine Näherungen bekannt sind, im ersten Versuch:  $x = 0.01$ ,  $y = 0.0$  zu setzen; die für den betreffenden Versuch geltenden Anfangswerte dieser Unbekannten erhalten den Index  $a$ .

$$\left. \begin{aligned} III &= \beta^{(1)} + \beta^{(2)} y_a + \beta^{(3)} x_a^*, & VI &= B^{(1)} + B^{(2)} y_a + B^{(3)} x_a \\ IV &= \varepsilon^{(1)} + \varepsilon^{(2)} y_a + \varepsilon^{(3)} x_a, & VIII &= E^{(1)} + E^{(2)} y_a + E^{(3)} x_a \\ \varrho_1 &= \frac{I + III x_a}{II + IV x_a}, & \varrho_m &= V + VI x_a + (VII + VIII x_a) \varrho_1 \\ \text{tg } \theta_1 &= \frac{\varrho_1 - N_1}{D_1}, & \text{tg } \theta_m &= \frac{\varrho_m - N_m}{D_m} \\ r_1 &= (\varrho_1 - N_1) \text{cosec } \theta_1, & r_m &= (\varrho_m - N_m) \text{cosec } \theta_m \\ x_e &= \frac{1}{(r_m + r_1)^3}, & y_e &= \frac{r_m - r_1}{r_m + r_1}. \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 8) \text{ [vgl. 16) 17) pag. 419,} \\ \quad 2a) 2b) \text{ pag. 421]} \end{array}$$

Um für den folgenden Versuch verbesserte Werte der Unbekannten  $x$  und  $y$ , welche durch  $(x_a + \Delta x)$  und  $(y_a + \Delta y)$  bezeichnet werden sollen, zu erhalten, rechne man:

\*) Sind genäherte Elemente bekannt, so wird man den Ausdrücken  $III$ ,  $IV$ ,  $VI$  und  $VIII$  die in 16) pag. 419 aufgestellten Formen ertheilen und hierbei die Formeln 11) pag. 424 zur Berechnung der  $\gamma$ -Werthe in den Ausdrücken 15) pag. 419 verwenden, welche letztere die verschiedenen  $\gamma$ -Werthe ergeben; mit diesen berechnet man nach 18b) pag. 420 zunächst  $\varphi_1$ ,  $\varphi_1^0$ ,  $\omega$ , und  $\omega^0$  und daraus nach 18a) pag. 420  $\beta^{(4)}$ ,  $\varepsilon^{(4)}$ ,  $B^{(4)}$  und  $E^{(4)}$ .

$$\begin{aligned}
 \text{Anhang IV. A. } \alpha, &= \frac{III - IV q_e}{II + IV x_a}, & \alpha_m &= VI + VIII q_e + (VII + VIII x_a) \alpha, \\
 \beta, &= \frac{\beta^{(2)} - e^{(2)} q_e}{II + IV x_a} x_a, & \beta_m &= (B^{(2)} + E^{(2)} q_e) x_a + (VII + VIII x_a) \beta, \\
 c, &= 1 + \frac{3}{(r_e + r_m)^4} (\alpha \sin \theta_e + \alpha_m \sin \theta_m), & d, &= \frac{3}{(r_e + r_m)^4} (\beta \sin \theta_e + \beta_m \sin \theta_m) \\
 c_m &= \frac{2}{(r_e + r_m)^2} (r_m \alpha \sin \theta_e - r_e \alpha_m \sin \theta_m), & d_m &= 1 + \frac{2}{(r_e + r_m)^2} (r_m \beta \sin \theta_e - r_e \beta_m \sin \theta_m) \\
 \frac{1}{n} &= c, d_m - c_m d, \\
 X_x &= d_m n, & X_y &= -d, n \\
 Y_x &= -c_m n, & Y_y &= c, n \\
 \Delta x &= X_x (x_e - x_a) + X_y (y_e - y_a) \\
 \Delta y &= Y_y (y_e - y_a) + Y_x (x_e - x_a).
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \alpha, \\ \beta, \\ c, \\ c_m \\ \frac{1}{n} \\ X_x \\ Y_x \\ \Delta x \\ \Delta y \end{aligned}} \right\} \text{9) [vgl. pag. 421 ff.]}$$

Die Versuche sind so lange fortzusetzen, bis  $x_a$  und  $y_a$  mit  $x_e$  und  $y_e$  identisch gefunden werden; dann berechnet man aus den im letzten Versuch erhaltenen Werthen von  $q_e$  und  $q_m$  die Elemente und die Darstellung der mittleren Orte nach Anhang III, 11)–19) (pag. 674, 675); die Beobachtungszeiten sind, falls nicht die Aberration durch vorhandene Näherungen Berücksichtigung gefunden hat, zu verbessern nach:

$$\left. \begin{aligned}
 T_e &= t_e - \alpha' q_e, \\
 T_n &= t_n - \alpha' \left\{ q_e + (q_m - q_e) \frac{\tau_m}{\tau_n} \right\} \\
 T_n^o &= t_n^o - \alpha' \left\{ q_e + (q_m - q_e) \frac{\tau_m^o}{\tau_n} \right\} \\
 T_m &= t_m - \alpha' q_m \\
 \log \alpha' &= 7.7613 - 10.
 \end{aligned} \right\} 10) \text{ [vgl. 14) pag. 307]}$$

Die Darstellung der mittleren Orte nach Anhang III. 19) (pag. 675) muss den beiden Orten entsprechend durchgeführt werden; reichen die der Rechnung zu Grunde gelegten Annäherungen aus, so muss den geocentrischen Längen der mittleren Orte völlig genügt werden, wie auch unter der Bedingung richtiger Führung der Rechnung und nicht zu fehlerhafter Beobachtungen die mittleren Breiten innerhalb der Unsicherheitsgrenzen der Beobachtungen dargestellt werden müssen.

## B. Kometenbahn (die mittleren Beobachtungen werden durch grösste Kreise ersetzt).

Anhang IV. B.

Die Grundlagen der Rechnung sind:

| Beobachtung: | mittl. Berl. Zeit: | beob. Länge:  | beob. Breite: | Sonnenlänge: | log (Sonnendistanz): |
|--------------|--------------------|---------------|---------------|--------------|----------------------|
| 1            | $t_e$              | $\lambda_e$   | $\beta_e$     | $L_e$        | $\log R_e$           |
| 2            | $t_n$              | $\lambda_n$   | $\beta_n$     | $L_n$        | $\log R_n$           |
| 3            | $t_n^o$            | $\lambda_n^o$ | $\beta_n^o$   | $L_n^o$      | $\log R_n^o$         |
| 4            | $t_m$              | $\lambda_m$   | $\beta_m$     | $L_m$        | $\log R_m$           |

In den meisten Fällen wird eine genügende Annäherung nur nach mehreren Versuchen erreicht; die folgenden Formeln sind diesem Bedürfnis angepasst.

$$\left. \begin{aligned}
 \operatorname{tg} J \sin (\lambda_n - \Pi) &= \operatorname{tg} \beta_n, & \operatorname{tg} J^o \sin (\lambda_n^o - \Pi^o) &= \operatorname{tg} \beta_n^o \\
 \operatorname{tg} J \cos (\lambda_n - \Pi) &= \frac{\lambda_m - \lambda_e}{\beta_e - \beta_m}, & \operatorname{tg} J^o \cos (\lambda_n^o - \Pi^o) &= \frac{\lambda_m - \lambda_e}{\beta_e - \beta_m}
 \end{aligned} \right\} 1) \text{ [vgl. 18) pag. 426]}$$

$\operatorname{tg} J$  und  $\operatorname{tg} J^o$  können stets positiv angenommen werden.

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{J}_i &= \sin \beta, \cos J - \sin(\lambda, -II) \cos \beta, \sin J, & \mathcal{J}_i^0 &= \sin \beta, \cos J^0 - \sin(\lambda, -II^0) \cos \beta, \sin J^0 \\ \mathcal{J}_{ii} &= \sin(\lambda_{ii} - II) \cos \beta_{ii} \sin J - \sin \beta_{ii} \cos J, & \mathcal{J}_{ii}^0 &= \sin(\lambda_{ii} - II^0) \cos \beta_{ii} \sin J^0 - \sin \beta_{ii} \cos J^0 \\ \odot_i &= \sin J R_i, \sin(L_i - II) & \odot_i^0 &= \sin J^0 R_i, \sin(L_i - II^0) \\ \odot_{ii} &= \sin J R_{ii}, \sin(L_{ii} - II) & \odot_{ii}^0 &= \sin J^0 R_{ii}, \sin(L_{ii} - II^0) \\ \odot_{iii} &= \sin J R_{iii}, \sin(L_{iii} - II) & \odot_{iii}^0 &= \sin J^0 R_{iii}, \sin(L_{iii} - II^0). \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{Anhang IV.B.} \\ 2) \text{ [vgl. 6]} \\ \text{pag. 415]} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi &= \cos \beta, \cos(\lambda, -L_i), & \cos \psi_{ii} &= \cos \beta_{ii} \cos(\lambda_{ii} - L_{ii}) \\ \sin \psi, \cos P &= \cos \beta, \sin(\lambda, -L_i), & \sin \psi_{ii}, \cos P_{ii} &= \cos \beta_{ii} \sin(\lambda_{ii} - L_{ii}) \\ \sin \psi, \sin P &= \sin \beta, & \sin \psi_{ii}, \sin P_{ii} &= \sin \beta_{ii} \\ \sin \psi, \text{ und } \sin \psi_{ii} &\text{ stets positiv.} \\ N_i &= R_i \cos \psi, & N_{ii} &= R_{ii} \cos \psi_{ii} \\ D_i &= R_i \sin \psi, & D_{ii} &= R_{ii} \sin \psi_{ii}. \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 3a) \text{ [vgl. 31]} \\ \text{pag. 360]} \end{array}$$

Eventuell, wenn mehr Hypothesen gebildet werden:

$$\left. \begin{aligned} w \sin W &= \sin \frac{1}{2}(L_{ii} - L_i) \sin \frac{1}{2}(P_{ii} + P_i), & h \sin H &= \sin \frac{1}{2}(L_{ii} - L_i) \cos \frac{1}{2}(P_{ii} + P_i) \\ w \cos W &= \cos \frac{1}{2}(L_{ii} - L_i) \sin \frac{1}{2}(P_{ii} - P_i), & h \cos H &= \cos \frac{1}{2}(L_{ii} - L_i) \cos \frac{1}{2}(P_{ii} - P_i) \\ W' &= W - \frac{1}{2}(\psi_{ii} + \psi_i), & H' &= H + \frac{1}{2}(\psi_{ii} - \psi_i) \\ w \text{ und } h &\text{ wird man stets positiv wählen dürfen.} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 3b) \text{ [vgl. 26] p. 375} \\ \text{[vgl. 30] p. 376]} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_i &= k(t_{ii} - t_i), & \tau_i^0 &= k(t_{ii}^0 - t_i^0) \\ \tau_{ii} &= k(t_{ii} - t_i), & \tau_{ii}^0 &= k(t_{ii}^0 - t_i^0) \\ \tau_{iii} &= k(t_{iii} - t_i), & \log k &= 8.235\,5814 - 10 \\ \mu_{ii}' &= -\frac{1}{2}(\tau_i^2 - \tau_{ii}^2), & \mu_{ii}^{0'} &= -\frac{1}{2}(\tau_i^{02} - \tau_{ii}^{02}) \\ \mu_{iii}'' &= -\frac{1}{2}(\tau_{ii}^2 - \tau_{iii}^2), & \mu_{iii}^{0''} &= -\frac{1}{2}(\tau_{ii}^{02} - \tau_{iii}^{02}) \end{aligned} \right\} 4) \text{ [vgl. 14] pag. 419}$$

$\log(-\frac{1}{2}) = 0.124\,9387.$

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{\tau_i \odot_i}{\tau_{ii} \mathcal{J}_{ii}} - \frac{\tau_{ii} \odot_{ii}}{\tau_{iii} \mathcal{J}_{iii}} + \frac{\odot_{iii}}{\mathcal{J}_{iii}}, & \alpha_0 &= \frac{\tau_i^0 \odot_i^0}{\tau_{ii}^0 \mathcal{J}_{ii}^0} - \frac{\tau_{ii}^0 \odot_{ii}^0}{\tau_{iii}^0 \mathcal{J}_{iii}^0} + \frac{\odot_{iii}^0}{\mathcal{J}_{iii}^0} \\ x_i &= \frac{\tau_i \odot_i}{\tau_{ii} \mathcal{J}_{ii}} \mu_{iii}' - \frac{\tau_{ii} \odot_{ii}}{\tau_{iii} \mathcal{J}_{iii}} \mu_{iii}'', & x_i^0 &= \frac{\tau_i^0 \odot_i^0}{\tau_{ii}^0 \mathcal{J}_{ii}^0} \mu_{iii}^{0'} - \frac{\tau_{ii}^0 \odot_{ii}^0}{\tau_{iii}^0 \mathcal{J}_{iii}^0} \mu_{iii}^{0''} \\ v_i &= 4 \tau_i^2 \frac{\odot_i}{\mathcal{J}_{ii}} - 4 \tau_{ii} \tau_{iii} \frac{\odot_{ii}}{\mathcal{J}_{iii}}, & v_i^0 &= 4 \tau_i^{02} \frac{\odot_i^0}{\mathcal{J}_{ii}^0} - 4 \tau_i^0 \tau_{ii}^0 \frac{\odot_{ii}^0}{\mathcal{J}_{iii}^0}. \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 5) \text{ [vgl. 18] pag. 419,} \\ 420] \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \frac{\tau_i \mathcal{J}_i}{\tau_{ii} \mathcal{J}_{ii}}, & \delta_0 &= \frac{\tau_i^0 \mathcal{J}_i^0}{\tau_{ii}^0 \mathcal{J}_{ii}^0} \\ \sigma_i &= \frac{\tau_i \mathcal{J}_i}{\tau_{ii} \mathcal{J}_{ii}} \mu_{iii}', & \sigma_i^0 &= \frac{\tau_i^0 \mathcal{J}_i^0}{\tau_{ii}^0 \mathcal{J}_{ii}^0} \mu_{iii}^{0'} \\ v_i &= 4 \tau_i^2 \frac{\mathcal{J}_i}{\mathcal{J}_{ii}}, & v_i^0 &= 4 \tau_i^{02} \frac{\mathcal{J}_i^0}{\mathcal{J}_{ii}^0}. \end{aligned} \right\} 6) \text{ [vgl. 18] pag. 419, 420]$$

$$\left. \begin{aligned} I &= \alpha - \alpha_0, & V &= \frac{1}{2}(\alpha + \alpha_0) \\ \beta^{(1)} &= x_i - x_i^0, & B^{(1)} &= \frac{1}{2}(x_i + x_i^0) \\ \beta^{(2)} &= v_i - v_i^0, & B^{(2)} &= \frac{1}{2}(v_i + v_i^0). \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 7) \text{ [vgl. 16] pag. 419,} \\ 18) \text{ pag. 420]} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} II &= \delta_0 - \delta, & VII &= \frac{1}{2}(\delta_0 + \delta) \\ \varepsilon^{(1)} &= \sigma_i^0 - \sigma_i, & E^{(1)} &= \frac{1}{2}(\sigma_i^0 + \sigma_i) \\ \varepsilon^{(2)} &= v_i^0 - v_i, & E^{(2)} &= \frac{1}{2}(v_i^0 + v_i). \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 8) \text{ [vgl. 16] pag. 419,} \\ 18) \text{ pag. 420]} \end{array}$$

Sind nur parabolische Elemente als Näherungen gegeben, so rechnet man die fünf  $\eta$ -Werthe nach:

Anhang IV.B.

| statt $\eta$ | $\eta_i$ | $\eta_m$ | $\eta_i^0$ | $\eta_m^0$ | $\eta_n$ |
|--------------|----------|----------|------------|------------|----------|
| „ $\tau$     | $\tau_i$ | $\tau_m$ | $\tau_i^0$ | $\tau_m^0$ | $\tau_n$ |
| „ $r$        | $r_i$    | $r_m$    | $r_i^0$    | $r_m^0$    | $r_n$    |
| „ $r'$       | $r'_i$   | $r'_m$   | $r'_i^0$   | $r'_m^0$   | $r'_n$   |

$$[\eta] = \frac{2\tau}{(r+r')^{\frac{1}{2}}} \quad (\text{Argument für Tafel VII})$$

$$\sin \gamma = [\eta] \mu$$

$$\eta - 1 = \frac{\sin \gamma^2}{3 \cos \gamma \cos \frac{1}{2} \gamma^2}$$

9a) [vgl. 37] pag. 93

sind aber anderweitige Näherungen bekannt, nach:

| statt $\eta$ | $\eta_i$ | $\eta_m$ | $\eta_i^0$ | $\eta_m^0$ | $\eta_n$ |
|--------------|----------|----------|------------|------------|----------|
| „ $\tau$     | $\tau_i$ | $\tau_m$ | $\tau_i^0$ | $\tau_m^0$ | $\tau_n$ |
| „ $f$        | $f_i$    | $f_m$    | $f_i^0$    | $f_m^0$    | $f_n$    |
| „ $r$        | $r_i$    | $r_m$    | $r_i^0$    | $r_m^0$    | $r_n$    |
| „ $r'$       | $r'_i$   | $r'_m$   | $r'_i^0$   | $r'_m^0$   | $r'_n$   |

$$m = \frac{\tau^2}{(2 \cos f \sqrt{rr'})^3}, \quad \operatorname{tg}(45^\circ + w) = \sqrt{\frac{r'}{r}}, \quad l = \frac{\sin \frac{1}{2} f^2 + \operatorname{tg} 2 \omega^2}{\cos f}$$

$$h = \frac{m}{\xi + l + \xi}, \quad \eta - 1 = \frac{h}{\eta^2} \left( \eta + \frac{1}{2} \right), \quad w = \frac{m}{\eta^2} - l.$$

 $\xi$  mit dem Argumente  $w$  aus Tafel IX. $\log \eta^2$  mit dem Argumente  $h$  aus Tafel VIII.9b) [vgl. 26]  
pag. 89Mit den so erhaltenen Werthen von  $(\eta - 1)$  findet sich:

$$\left. \begin{aligned} \gamma_m' &= \frac{(\eta_m - 1) - (\eta_i - 1)}{\eta_i x} - \mu_m' - 4\tau \tau_m y, & \gamma_m^{0'} &= \frac{(\eta_m^0 - 1) - (\eta_i^0 - 1)}{\eta_i^0 x} - \mu_m^{0'} - 4\tau^0 \tau_m^0 y \\ \gamma_m'' &= \frac{(\eta_m - 1) - (\eta_m - 1)}{\eta_m x} - \mu_m'' - \frac{4\tau \tau_m^2}{\tau_m} y, & \gamma_m^{0''} &= \frac{(\eta_m^0 - 1) - (\eta_m^0 - 1)}{\eta_m^0 x} - \mu_m^{0''} - \frac{4\tau^0 \tau_m^{02}}{\tau_m^0} y. \end{aligned} \right\} \begin{matrix} 15) \\ 10) \end{matrix} \left[ \begin{matrix} \text{p. 419} \\ \text{vgl.} \end{matrix} \right]$$

Sind keine Näherungen bekannt, so hat man in den folgenden Ausdrücken die  $\gamma$ -Werthe der Null gleichzusetzen:

$$\left. \begin{aligned} \Gamma_m &= \frac{\tau_i}{\tau_m} \frac{\odot}{\odot} \gamma_m' - \frac{\tau_m}{\tau_m} \frac{\odot}{\odot} \gamma_m'', & \Gamma_m^0 &= \frac{\tau_i^0}{\tau_m^0} \frac{\odot}{\odot} \gamma_m^{0'} - \frac{\tau_m^0}{\tau_m^0} \frac{\odot}{\odot} \gamma_m^{0''} \\ \Gamma_i &= \frac{\tau_i}{\tau_m} \frac{\odot}{\odot} \gamma_m' & \Gamma_i^0 &= \frac{\tau_i^0}{\tau_m^0} \frac{\odot}{\odot} \gamma_m^{0'} \\ \beta^{(3)} &= \Gamma_m - \Gamma_m^0 & B^{(3)} &= \frac{1}{2} (\Gamma_m + \Gamma_m^0) \\ \varepsilon^{(3)} &= \Gamma_i - \Gamma_i^0 & E^{(3)} &= \frac{1}{2} (\Gamma_i^0 + \Gamma_i) \end{aligned} \right\} 11) \text{ [vgl. pag. 420]}$$

Betrachtet man  $\varrho$ , und  $y_a$  als Unbekannte, so hat man die folgenden Gleichungen durch Versuche aufzulösen:

$$\left. \begin{aligned} III &= \{\beta^{(1)} + \beta^{(3)}\} + \beta^{(2)} y_a, & VI &= \{B^{(1)} + B^{(3)}\} + B^{(2)} y_a \\ IV &= \{\varepsilon^{(1)} + \varepsilon^{(3)}\} + \varepsilon^{(2)} y_a, & VIII &= \{E^{(1)} + E^{(3)}\} + E^{(2)} y_a \\ x_a &= \frac{II\varrho - I}{III - IV\varrho}, & \varrho_m &= V + VI x_a + (VII + VIII x_a) \varrho, \\ \operatorname{tg} \theta &= \frac{\varrho - N}{D_i}, & \operatorname{tg} \theta_m &= \frac{\varrho_m - N_m}{D_m} \\ r_i &= \frac{\varrho - N}{\sin \theta_i} = \frac{D_i}{\cos \theta_i}, & r_m &= \frac{\varrho_m - N_m}{\sin \theta_m} = \frac{D_m}{\cos \theta_m} \\ x_e &= \frac{1}{(r_m + r_i)^3}, & y_e &= \frac{r_m - r_i}{r_m + r_i} \end{aligned} \right\} \begin{matrix} 12) \\ \text{pag. 422, 16} \\ \text{pag. 419, 2a} \\ 2b) \text{ pag. 421} \end{matrix}$$



Die Lösung ist so vorzunehmen, dass:

Anhang IV.B.

$$x_e = x_a, \quad y_e = y_a,$$

gefunden wird; über die Art, wie die Lösung durchzuführen ist, vgl. pag. 442 ff.

Sind die Versuche beendet, so rechnet man mit den Werthen  $x$  und  $y$  des letzten Versuches, und jenen Werthen von  $\gamma$ , die zur Berechnung der Werthe von  $\Gamma$  [vgl. 11) pag. 680] gedient haben:

$$\left. \begin{aligned} \Psi_m' &= \mu_m' + 4 \tau_m \tau_m y + \gamma_m', & \Psi_m^{0'} &= \mu_m^{0'} + 4 \tau_m^0 \tau_m^0 y + \gamma_m^{0'} \\ \Psi_m'' &= \mu_m'' + \frac{4 \tau_m \tau_m^2}{\tau_m} y + \gamma_m'', & \Psi_m^{0''} &= \mu_m^{0''} + \frac{4 \tau_m^0 \tau_m^{02}}{\tau_m^0} y + \gamma_m^{0''} \end{aligned} \right\} 13) \quad [\text{vgl. 8) pag. 423}]$$

und erhält:

$$\left. \begin{aligned} n &= \frac{\tau_m (1 + x \Psi_m')}{\tau_m (1 + x \Psi_m'')} , & n^0 &= \frac{\tau_m^0 (1 + x \Psi_m^{0'})}{\tau_m^0 (1 + x \Psi_m^{0''})} \\ n'' &= \frac{\tau_m}{\tau_m (1 + x \Psi_m'')} , & n''^0 &= \frac{\tau_m^0}{\tau_m^0 (1 + x \Psi_m^{0''})} \end{aligned} \right\} 14) \quad [\text{vgl. 9) pag. 423}]$$

Die Hypothesenbildung kann als abgeschlossen betrachtet werden, wenn die verschiedenen  $n$ -Werthe in zwei auf einander folgenden Hypothesen keine Aenderung erfahren. Sind noch weitere Hypothesen zu bilden, so rechnet man:

$$\sin f_n^2 = w^2 \cos \{W' + \frac{1}{2}(\theta + \theta_m)\}^2 + h^2 \sin \{H' + \frac{1}{2}(\theta - \theta_m)\}^2$$

Die  $\theta$ -Werthe sind dem letzten Versuche zu entnehmen.

$$\left. \begin{aligned} r_n \sin 2f_m &= r_m n_n \sin 2f_n , & r_n^0 \sin 2f_m^0 &= r_m n_n^0 \sin 2f_n \\ r_n \cos 2f_m &= r_n n + r_m n_n \cos 2f_n , & r_n^0 \cos 2f_m^0 &= r_n n^0 + r_m n_n^0 \cos 2f_n \\ r_n \sin 2f_i &= r_n n \sin 2f_n , & r_n^0 \sin 2f_i^0 &= r_n n^0 \sin 2f_n \\ r_n \cos 2f_i &= r_m n_n + r_n n \cos 2f_n , & r_n^0 \cos 2f_i^0 &= r_m n_n^0 + r_n n^0 \cos 2f_n \end{aligned} \right\} 15) \quad \begin{aligned} &[\text{vgl. 7) p. 423}] \\ &[\text{, 10) p. 423}] \end{aligned}$$

$$\text{Probe: } 2f_n = 2f_i + 2f_m = 2f_i^0 + 2f_m^0.$$

und benützt die bisher gefundenen Zahlen, um nach 9b) und 10) [pag. 680] verbesserte Werthe für die  $\gamma$ -Symbole zu erlangen, ermittelt aus diesen nach 11) [pag. 680]  $\Gamma_i$ ,  $\Gamma_m$ ,  $\Gamma_i^0$ ,  $\Gamma_m^0$  und daraus  $\beta^{(3)}$ ,  $\epsilon^{(3)}$ ,  $B^{(3)}$ ,  $E^{(3)}$ , welche zu einer erneuten Auflösung der Gleichungen 12) führen; die Zahlen des wiederholten Versuches geben nach 13) und 14) neue Werthe für die  $n$ -Symbole. Die Rechnung ist, wie schon oben erwähnt wurde, so lange fortzusetzen, bis die verschiedenen  $n$ -Werthe in zwei auf einander folgenden Hypothesen keine Aenderung erfahren. Ist dies erreicht, so beginnt die Ableitung der Elemente auf Grundlage der Zahlen des letzten Versuches. Aus  $q$ , und  $q_m$  findet sich:

$$\left. \begin{aligned} r \cos b \cos(l - L_i) &= q \cos \beta \cos(\lambda - L_i) - R_i , & r_m \cos b_m \cos(l_m - L_m) &= q_m \cos \beta_m \cos(\lambda_m - L_m) - R_m \\ r \cos b \sin(l - L_i) &= q \cos \beta \sin(\lambda - L_i) , & r_m \cos b_m \sin(l_m - L_m) &= q_m \cos \beta_m \sin(\lambda_m - L_m) \\ r \sin b &= q \sin \beta , & r_m \sin b_m &= q_m \sin \beta_m \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &[\text{vgl. 9)]} \\ &[\text{12) u. 13)]} \end{aligned}$$

$r$ , und  $r_m$  müssen identisch mit den im letzten Versuche für diese Grössen erschienenen Werthen gefunden werden; man bedarf in den folgenden Rechnungen nicht der Bogen  $b$ , und  $b_m$  selbst, sondern nur deren Tangenten.

Anhang IV. B.

Bestimmung der Neigung  $i$  und des Knotens  $\Omega$ . Es ist  $i$  zwischen den Grenzen  $0^\circ$  und  $180^\circ$ . eingeschlossen.  $\operatorname{tg} i$  erhält, so lange die heliocentrische Bewegung nicht grösser ist als  $180^\circ$ , das Vorzeichen von  $\sin(l_m - l_n)$ , wonach der Quadrant für  $(l, - \Omega)$  zu bestimmen ist.

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} i \sin(l, - \Omega) &= \operatorname{tg} b, \\ \operatorname{tg} i \cos(l, - \Omega) &= \frac{\operatorname{tg} b_m - \operatorname{tg} b, \cos(l_m - l,)}{\sin(l_m - l,)} \end{aligned} \right\} 17) \text{ [vgl. I) pag. 102]}$$

Bestimmung der Argumente der Breite  $u$ . —

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} u, &= \frac{\sin(l, - \Omega) \cos i + \operatorname{tg} b, \sin i}{\cos(l, - \Omega)}, & \operatorname{tg} u_m &= \frac{\sin(l_m - \Omega) \cos i + \operatorname{tg} b_m \sin i}{\cos(l_m - \Omega)}. \end{aligned} \right\} 18) \text{ [vgl. 4) pag. 103]}$$

Zur Quadrantenbestimmung gilt die Regel, dass  $\sin u$  das Vorzeichen des Zählers,  $\cos u$  das des Nenners erhält. Als Probe rechnet man mit den Zahlen des letzten Versuches  $f_n$  nach der ersten Formel in 15) und hat dann:

$$2f_n = u_m - u.$$

Bestimmung von  $\eta_n$  und  $z$  (vgl. pag. 89 und 410). —

$$\left. \begin{aligned} m_n &= \frac{r_n^2}{(2 \cos f_n \sqrt{r, r_m})^3}, & \operatorname{tg}(45^\circ + \omega_n) &= \sqrt[4]{\frac{r_m}{r,}}, & l_n &= \frac{\sin \frac{1}{2} f_n^2 + \operatorname{tg} 2 \omega_n^2}{\cos f_n} \\ h &= \frac{m_n}{\frac{1}{2} + l_n + \xi_n}, & w &= \frac{m_n}{r_n^2} - l_n, & z &= \left( \frac{r_n}{\eta_n^2 \cos f_n \sqrt{r, r_m}} \right)^2 \end{aligned} \right\} 19) \text{ [vgl. 26) pag. 89]}$$

$\xi_n$  mit dem Argumente  $w$  aus Tafel IX.  
 $\log \eta_n^2$  mit dem Argumente  $h_n$  aus Tafel VIII.

Berechnung der Excentricität, der wahren Anomalie [vgl. pag. 410], des Perihelabstandes und der Länge des Perihels. —

$$\left. \begin{aligned} 2ez \sin F_n &= (r_m - r,) \sin f_n \\ 2ez \cos F_n &= \frac{(r_m + r,) \sin f_n^2 - 2z}{\cos f_n} \\ 2ez &\text{ stets positiv.} \\ v, &= F_n - f_n, & v_m &= F_n + f_n \\ q &= \frac{r, r_m \sin f_n^2}{z(1 + e)} \\ \pi &= u, - v, + \Omega = u_m - v_m + \Omega. \end{aligned} \right\} 20) \text{ [vgl. pag. 107 ff. und 410]}$$

Berechnung der Perihelzeit [vgl. pag. 410]. —

$$\left. \begin{aligned} (\theta), &= \frac{1-e}{1+e} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v,^2, & (\theta)_m &= \frac{1-e}{1+e} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m^2, \\ (\theta), \text{ und } (\theta)_m &\text{ als Argumente für die Tafel XVIII des II. Bandes} \\ T &= t, - \frac{q^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{1+e}} \{P_1' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v, + P_3' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v,^3\} \\ T &= t_m - \frac{q^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{1+e}} \{P_1''' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m + P_3''' \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_m^3\}. \end{aligned} \right\} 21) \text{ [vgl. p. 107 ff. und 410]}$$

Beide Werthe müssen innerhalb der Unsicherheit der logarithmischen Rechnung stimmen.

Darstellung der mittleren Orte. — Zunächst berechne man:

Anhang IV.B.

$$\varepsilon = \frac{1-e}{1+e}, \quad \alpha = \frac{f}{q^2} \sqrt{\frac{1+e}{2}}, \quad \beta = \varepsilon E; \quad \left. \vphantom{\frac{f}{q^2}} \right\} 22) \text{ [vgl. 18) pag. 73]}$$

mit dem Argumente  $\varepsilon$  entlehnt man der Tafel VIa die Logarithmen von  $f$  und  $E$ .

$$M_n = \alpha (t_n - T), \quad M_n^o = \alpha (t_n^o - T).$$

Mit den Argumenten  $M_n$  und  $M_n^o$  aus Tafel IV  $w_n$  und  $w_n^o$

$$x_n = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} w_n}{f}, \quad x_n^o = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} w_n^o}{f}$$

$$n_n = \beta x_n^2, \quad n_n^o = \beta x_n^{o2},$$

$n_n$  u.  $n_n^o$  als Argumente für  $G$  aus Taf. VIb ( $n_n$  u.  $n_n^o$  sind offenbar nicht identisch)  
 $n_n$  u.  $n_n^o$  und  $\varepsilon$  als „ „  $H$  „ „ VIc {mit d. Verhältnissen d. Dreiecksflächen}

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v_n = x_n G_n H_n, \quad \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_n^o = x_n^o G_n^o H_n^o$$

$$(\theta)_n = \varepsilon \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_n^2, \quad (\theta)_n^o = \varepsilon \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_n^{o2}$$

$$r_n = \frac{q(1 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_n^2)}{1 + (\theta)_n}, \quad r_n^o = \frac{q(1 + \operatorname{tg} \frac{1}{2} v_n^{o2})}{1 + (\theta)_n^o}.$$

$$u_n = v_n + \pi - \Omega, \quad u_n^o = v_n^o + \pi - \Omega.$$

$$\left. \begin{aligned} q_n \cos \beta_n \cos \lambda_n - \Omega &= r_n \cos u_n + R_n \cos(L_n - \Omega), & q_n^o \cos \beta_n^o \cos \lambda_n^o - \Omega &= r_n^o \cos u_n^o + R_n^o \cos(L_n^o - \Omega) \\ q_n \cos \beta_n \sin \lambda_n - \Omega &= r_n \sin u_n \cos i + R_n \sin(L_n - \Omega), & q_n^o \cos \beta_n^o \sin \lambda_n^o - \Omega &= r_n^o \sin u_n^o \cos i + R_n^o \sin(L_n^o - \Omega) \\ q_n \sin \beta_n &= r_n \sin u_n \sin i, & q_n^o \sin \beta_n^o &= r_n^o \sin u_n^o \sin i. \end{aligned} \right\} 24)$$

Die so berechneten Werthe von  $\lambda_n$ ,  $\beta_n$  und  $\lambda_n^o$ ,  $\beta_n^o$  müssen, falls die Näherungen hinreichend weit durchgeführt wurden, innerhalb der Unsicherheit der Rechnung in den durch 1) [pag. 678] bestimmten grössten Kreisen liegen. Es wird also, wenn man die durch die Rechnung gefundenen Werthe mit  $(\lambda_n)$ ,  $(\beta_n)$ ,  $(\lambda_n^o)$ ,  $(\beta_n^o)$ , die beobachteten mit  $\lambda_n$ ,  $\beta_n$ ,  $\lambda_n^o$ ,  $\beta_n^o$  bezeichnet, sich ergeben müssen:

$$\frac{\operatorname{tg} \beta_n}{\sin \{\lambda_n - II\}} = \frac{\operatorname{tg} (\beta_n)}{\sin \{(\lambda_n) - II\}}, \quad \frac{\operatorname{tg} \beta_n^o}{\sin \{\lambda_n^o - II\}} = \frac{\operatorname{tg} (\beta_n^o)}{\sin \{(\lambda_n^o) - II\}}. \quad \left. \vphantom{\frac{\operatorname{tg} \beta_n^o}{\sin \{\lambda_n^o - II\}}} \right\} 25).$$

## Berichtigungen und Zusätze.

---

- pag. 24, Zeile 17 von oben nach 8"8 einzuschalten »verschieden«.
- „ 34, Zeile 8 von unten wäre der Zusatz zu machen, dass auf pag. 153 der Kreutz'schen Inauguraldissertation die Aufschriften  $Arg$  für  $\alpha$  und  $Arg$  für  $\delta$  vertauscht sind.
- „ 89, 5. Zeile der Formel 26) statt  $\eta^2$  lies  $\log \eta^2$ .
- „ 101, Zeile 16, 17, 18 von oben sind die Indices von  $\eta$  statt oben unten anzusetzen.
- „ 106, Formel 17) statt  $\frac{\gamma^4}{\sin g^2} \sqrt{r, r'''}.$  lies  $\frac{\gamma^4}{\sin g''^2} \sqrt{r, r'''},$
- „ 106, Zeile 11 von oben statt 14) lies 4).
- „ 107, Zeile 2 von unten ist der Formel die Bezeichnung 31) hinzuzufügen.
- „ 108, Zeile 3 von oben ist die Bezeichnung 31) zu tilgen.
- „ 108, Zeile 4 von oben ist nach 8) einzuschalten (pag. 82).
- „ 130, Zeile 3 von oben im ersten Zähler statt  $\cos a$  lies  $\cos \alpha$ .
- „ 152, Zeile 4 von unten statt Peter's lies Peters.
- „ 209, Zeile 1 von unten statt  $\pi_1$  lies  $[\pi]_1$ .
- „ 210, Zeile 13 von oben statt  $\pi_1'$  lies  $[\pi]_1'.$
- „ 217, Zeile 18 von oben ist hinzuzufügen: hierbei ist  $\mathcal{A}\epsilon$  das Increment der lunisolaren Schiefe  $s^\circ$  in der Zeit  $(t_1 - t_0)$
- „ 243, Zeile 16 von unten statt  $\lambda$ , lies  $\lambda_I$ .
- „ 243, Zeile 15 von unten statt  $\lambda_{II}$ , lies  $\lambda_{II}.$
- „ 249, Zeile 8 von oben statt Tafel IA lies XA.
- „ 259, Zeile 8 von oben ist der Factor  $\arccos 1''$  zu streichen.
- „ 309, Zeile 7 von oben statt »der Coëfficienten« lies »von  $x^{6u}$ «.
- „ 363, Zeile 8, 18 und 19 von oben überall statt  $x$  zu setzen  $z$ .
- „ 374, Zeile 2 von unten fehlt der Factor  $\sin P_{III}.$
- „ 374, Zeile 1 von unten fehlt der Factor:  $\sin P_1.$
- „ 410, Zeile 2 von unten statt  $P_1'$  lies  $P_1'.$
- „ 410, Zeile 1 von unten statt  $P_1'''$  lies  $P_1'''.$
- „ 419. Im Zähler des ersten Gliedes von  $\gamma_{III}^{o''}$  in der Formel 15) statt  $\tau_{III}^o$  lies  $\tau_{III}.$
- „ 423. Im letzten Gliede der zweiten Zeile der Formel 10) statt  $r_{III}^o$  lies  $r_{III}.$
- „ 432, Zeile 14 von unten statt  $x$  lies  $x_u.$
- „ 457, Zeile 11 rechts von oben statt »Parallaxe« lies »mittlere Sonnenparallaxe«.
- „ 567. Im Kopf der letzten Columnne statt 10.7ξ lies 107.ξ.
-













THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY  
REFERENCE DEPARTMENT

---

This book is under no circumstances to be  
taken from the Building

[illegible]

form 410



